# 令和４年度・令和５年度
# 労働災害防止対策費補助事業
# （中小規模事業場における化学物質のばく露防止手法の検討）
# 実施結果報告書

橋梁等における剥離剤による
経皮ばく露等に関する
ワーキンググループ
総括報告書

令和６年３月

中央労働災害防止協会

# 目　　次


1　趣旨 ……1

2　ワーキンググループ開催履歴 ……1

3　構成員名簿 ……2

4　調査事業場 ……3

5　調査方法 ……3

6　調査結果 ……13

7　考察 ……41

8　まとめ ……56

別紙１　調査票 ……59

別紙２　ばく露実態調査対象者説明資料 ……63

別紙３　採尿にあたってのお願い ……71

別紙４　橋梁等におけるベンジルアルコールを含有する剥離剤による塗膜除去作業時
の労働衛生保護具の選択と使用等について ……73

# 令和４年度・５年度　橋梁等における剥離剤による経皮ばく露等に関する ワーキンググループ総括報告書

## 1　趣旨

橋梁等には錆止め等の目的で鉛を数%から数十%、クロム（6 価）を数%含有する塗料が塗布された物がある。塗替えを行う際には、鉛等有害物を含有する塗膜の除去作業が行われ、その際に作業者への鉛等のばく露による健康障害リスクが高くなる。鉛中毒予防規則では、含鉛塗料のかき落としの業務に労働者を従事させるときには、原則湿式によることとされており、ベンジルアルコールを含有する剥離剤（以下、「剥離剤」という。）が使用されている。しかしながら、塗膜除去作業中にベンジルアルコールによる中毒事案が発生し、問題となっている。また、令和 3 年度 職場における化学物質のリスク評価推進事業（ばく露実態調査）実施結果報告書では、「全面形面体を有する呼吸用保護具、化学防護服、化学防護手袋を着用して作業が行われていたにも関わらず、作業前後の尿中馬尿酸及び尿中ベンジルアルコールの濃度差から、ばく露量は分からないが、ベンジルアルコールにばく露されていたことがうかがえた。」と報告している。そこで、令和 4 年度および令和 5 年度に、橋梁等における剥離剤を用いた塗膜除去作業時の労働衛生管理の一層の推進に資するため、当該作業時のばく露経路およびばく露量を明らかにし、健康障害を防止するための措置を検討する「橋梁等における剥離剤による経皮ばく露等に関するワーキンググループ（以下、「WG」という。）」を「経皮ばく露等に関する検討会」の下に設置し、ばく露実態調査を実施したので、その結果を報告する。

また、令和 4 年度および令和 5 年度に実施した橋梁等におけるばく露実態調査結果を踏まえて、ベンジルアルコールを含有する剥離剤による塗膜除去作業時の適切な労働衛生保護具の選択と使用等について検討を行い、これをとりまとめた結果を別紙４に取りまとめた。

## 2　ワーキングクループ開催履歴

橋梁等における剥離剤を用いた塗膜除去作業時の労働衛生管理の一層の推進に資する検討を行うために、令和 4 年度および令和 5 年度にそれぞれ２回の WG を開催した。以下に WG の開催履歴を記す。

WG開催履歴

令和４年度

第１回：令和4年9月5日（月）13時00分～15時00分

議事：(1)　検討会設置要綱について

(2)　橋梁等における塗料剥離除去作業ばく露実態調査について

(3)　その他

第２回：令和5年2月8日（水）10時00分～12時00分

議事：(1)　第１回WG議事録要旨（案）について

(2)　WG報告書（案）について

(3)　その他

令和５年度

第１回：令和5年12月14日（木）14時00分～16時00分

議事：(1)　検討会設置要綱について

(2)　橋梁等における塗料剥離除去作業ばく露実態調査について

(3)　橋梁等における剥離剤による経皮ばく露等に関するワーキンググループ報告書（案）について

(4)　剥離剤による除去作業での労働衛生保護具の選択と使用等について（案）

(5)　その他

第２回：令和6年1月30日（火）14時30分～16時30分

議事：(1)　第１回WG議事録要旨（案）について

(2)　橋梁等における剥離剤による経皮ばく露等に関するワーキンググループ報告書（案）について

(3)　剥離剤による除去作業での労働衛生保護具の選択と使用等について（案）

(4)　その他

３　構成員名簿

（五十音順、敬称略、◎は座長、◎および○は「経皮ばく露等に関する検討会」委員）

○磯田　実

一般社団法人日本防護服協議会　ＷＧ３幹事

◎小野　真理子

独立行政法人労働者健康安全機構　労働安全衛生総合研究所

化学物質情報管理研究センター　化学物質情報管理部　特任研究員

上福元　清隆

興研株式会社　労働衛生コンサルタント事務所　所長

田中　茂

十文字学園女子大学　名誉教授

（令和５年３月まで）

中野　正

一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会　技術主幹

（令和５年７月まで）

○野口　真

日本防護手袋研究会

湯浅　久史

日本呼吸用保護具工業会

4　調査事業場

橋梁の塗替塗装工事を行うA～D事業場ならびに解体した橋梁の塗膜除去作業を行うE事業場について、剥離剤を用いた塗膜除去作業時に、調査を実施した。調査にご協力いただいた5事業場では、図1に示したとおり、剥離剤の吹付塗布（A、CおよびD事業場）または刷毛もしくはローラーによる塗布（B、E事業場）を行った後に1日程度放置し、スクレーパー等を使用して膨潤した塗膜をかき落とす作業を2回程度行う作業工程であった。A、B、CおよびD事業場では、塗膜を除去した後に素地調整を行い、塗装を行う作業工程であった。

① 剥離剤吹付けまたは刷毛もしくはローラー塗布（1回目）
② 塗膜かき落とし（1回目）
③ 剥離剤吹付けまたは刷毛もしくはローラー塗布（2回目）
④ 塗膜かき落とし（2回目）
⑤ 素地調整（A、B、CおよびD事業場）
⑥ 塗装（同上）

図1　各事業場での塗替塗装または塗膜除去作業の概要

AおよびC事業場では、剥離剤の吹付塗布作業時の調査を調整することができなかったため、調査前日に剥離剤を吹付け塗布した塗膜のかき落とし作業時にのみ調査を実施した。B事業場では、同一作業者が1日の中で塗膜のかき落とし作業と剥離剤のローラー塗布作業の両方を行っていたため、調査前日に剥離剤をローラー塗布した塗膜のかき落とし作業と、翌日にかき落としを行う塗膜面への剥離剤のローラー塗布作業の両方の作業を含む調査を実施することができた。D事業場では剥離剤の吹付塗布作業および塗膜のかき落とし作業が、E事業場では剥離剤の刷毛またはローラー塗布作業および塗膜のかき落とし作業が行われたため、剥離剤の塗布作業および塗膜のかき落とし作業の両方で調査を実施することができた。

5　調査方法

（1）事前調査

調査協力事業場に作業方法や使用保護具等について別紙1の調査票を予めご記入いただき、事業場に訪問した際に調査対象事業場及び作業状況等の確認を行い、調査計画（測定場所、測定対象作業者、定点測定点、測定対象物質、測定方法等）の立案を行った。

（2）本調査

事前調査で選定されたAおよびC事業場の塗膜かき落とし作業者各1名、B事業場の剥離剤ローラー塗布および塗膜かき落としを行う作業者1名、D事業場の剥離剤吹付塗布作業者1名および塗膜かき落とし作業者1名、E事業場の剥離剤の刷毛またはローラー塗布作業者2名および塗膜かき落とし作業者2名の合計9名の作業者および作業場所等について、以下の測定を行った。

ア　個人ばく露測定

小型（数百グラム程度）のポンプを腰に、サンプラーを作業者の呼吸域周辺に装着して、原則1日の就業時間を通して空気中の対象化学物質を捕集し、作業者の呼吸域のベンジルアルコール濃度の作業時間中平均濃度を求めた。測定には、図2、3及び表1に示した測定機器を使用した。測定対象作業者には作業開始時に測定機器を装着して測定を開始し、原則10時休憩、昼休憩、15時休憩時には測定機器を取り外して測定を中断し、作業終了時まで測定を行った。

図 2　個人ばく露測定の測定器の装着イメージ

図 3　調査に使用したサンプラー

イ　化学防護服内側の測定（パッシブサンプラーによる採取）

個人ばく露測定を実施した作業者（以下、「被検者」という。）について、個人ばく露測定のためのサンプラー等の装着とあわせ、パッシブサンプラーを化学防護服の内側に装着し、化学防護服内側のベンジルアルコールを捕集した。図 4 および表 1 に示したパッシブサンプラーを使用した。個人ばく露測定と同様に作業開始時にパッシブサンプラーを装着して測定を開始し、10 時休憩、昼休憩、15 時休憩時にはパッシブサンプラーを取り外して測定を中断し、作業終了時まで測定を行った。

なお、E 事業場では、各作業でそれぞれ 1 名の尿中代謝物測定の対象者を化学防護服内側の測定対象とした。

図 4　パッシブサンプラー装着例

ウ　定点測定

塗料剥離除去作業場所（隔離区域[1)]）入口に設置されたセキュリティーゾーンの屋外に一番近い部屋（図 5 の更衣室）でベンジルアルコールの定点測定を行った。測定器は、個人ばく露測定と同じものを三脚に固定して使用した。

この他に、塗料剥離除去作業が行われた作業区画[2)] 1 点で、図 6 に示したようにベンジルアルコールとトルエンを対象とした定点測定を行った。

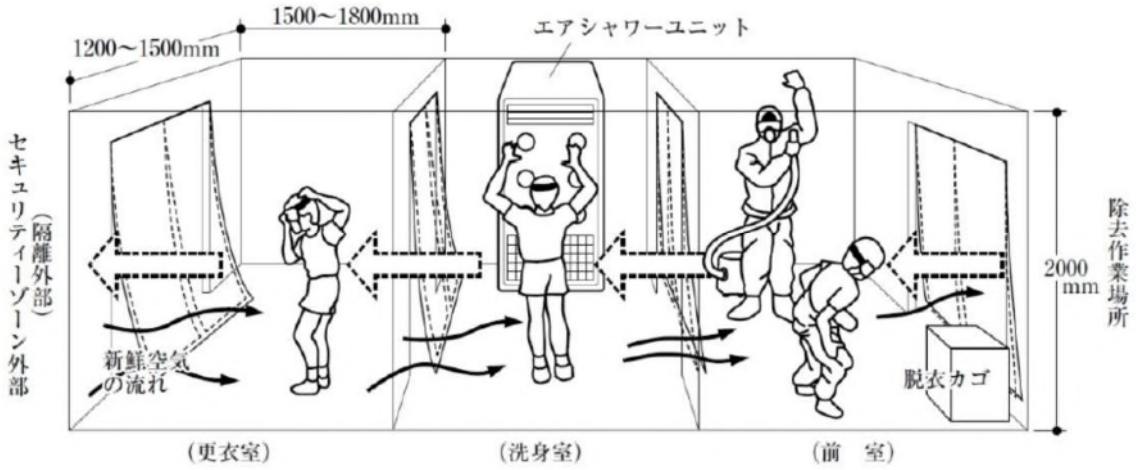



図 5　除去作業場所の外側に設置されたセキュリティーゾーンの例
（厚生労働省. 石綿飛散漏洩防止対策徹底マニュアル［2.20 版］. 平成 30 年 3 月より
Available from: https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000
-Roudoukijunkyokuanzeneiseibu/0000199665.pdf）

1) 隔離区域：塗料剥離除去作業を行う予定のビニールシート等で養生された全区域
2) 作業区画：隔離区域内の剥離剤塗布や塗膜かき落とし作業を行うビニールシートで囲われた区画

図 6　作業区画内での定点測定の例

エ　生物学的モニタリング（尿中馬尿酸及び尿中ベンジルアルコール濃度測定）

被検者について、起床時およびその後作業終了時まで排尿ごとに採尿を行ってもらい、尿中馬尿酸濃度及び尿中ベンジルアルコール濃度の測定を行った。また、起床時以外は尿量をメスシリンダーで計量した。

尿中の対象物質濃度測定を行う際には、尿の濃さを補正するために、尿比重及び尿中クレアチニン濃度の測定も行った。

また、採尿に当たっては、別紙 2 を用いて調査目的やデータ・個人情報の取り扱い等の説明（インフォームド・コンセント）を行い、調査への協力の意思を確認した上で実施した。

尿中馬尿酸濃度の測定結果に影響を及ぼすおそれがあるので、調査当日の朝から作業終了時まで、果物、梅干しを食べたり清涼飲料水等を飲んだりしないように別紙 3 を用いて説明した。

なお、E 事業場の作業者は、各作業で 1 名を尿中代謝物の測定の対象者とした。

オ　手部（左右）のふき取り試料

被検者について、昼休憩前及び 作業終了時に、手袋を外した後に 左右の手部を 1.0 mL の蒸留水で湿した不織布ガーゼでふき取り、試料としてベンジルアルコール量を測定した。

なお、E 事業場の作業者のうち、尿中代謝物の測定を行わない者については、手部のふき取りの測定を省略した。

図 7　手部ふき取りのイメージ写真

カ　化学防護手袋内部のふき取り試料

被検者について、 昼休憩前及び作業終了時に 、使用していた左右の化学防護手袋内部を蒸留水 0.2 mL で湿した綿棒でふき取り、試料としてベンジルアルコール量を測定した。

なお、C 事業場では、化学防護手袋の他に JIS T 8116 に適合しないニトリルゴム製手袋をインナー手袋として使用していたが、外側の化学防護手袋の内側のみを対象とした。E 事業場では、化学防護手袋の他に JIS T 8116 に適合しない塩化ビニル製手袋をインナー手袋として使用していたが、外側の化学防護手袋の内側のみを対象とした。

キ　化学防護服内部のふき取り試料

被検者について、 昼休憩前及び作業終了時に 、使用していた左右の化学防護服内部の両ひざ部分およびでん部部分を 1.0 mL の蒸留水で湿した不織布ガーゼでふき取り、ガーゼを試料としてベンジルアルコール量を測定した。

ク　防じん機能付き有機ガス用吸収缶の破過の確認

被検者について、使用済みの防じん機能付き有機ガス用吸収缶（以下、「吸収缶」という。）を提供いただき、図 8 にあるとおり、吸収缶の面体側のろ過された空気が出てくる側に、220 または 400 ml/min でポンプ吸引する光イオン化検出器(PID)を有する VOC モニター(Tiger：理研計器（株）または ppb RAE：RAE Systems 社）を接続したゴム栓を取り付け、吸収缶の破過の有無を確認した。

なお、被験者には呼吸用保護具を着脱するたびに、調査者の面前でシールチェックを実施してもらい、顔面と面体との隙間から空気が漏れこむことが最小限に抑えられていることを確認した。

図 8　吸収缶の破過の確認

表 1　測定に使用した機器等

| | |
|---|---|
| **① ベンジルアルコール（個人ばく露測定、定点測定）** | |
| サンプラーの名称及び型式 | InertSep Slim－J AERO SDB400：GL サイエンス（株）<br>InertSep 用ろ紙ホルダー：GL サイエンス（株）<br>グラスファイバーフィルター　φ13 mm<br>：GL サイエンス（株） |
| 使用ポンプ及び型式 | Pocket Pump TOUCH：SKC 社 |
| 吸引流量 | 0.20 L/min |
| 捕集時間 | 表 7 の測定結果に記載 |
| **② ベンジルアルコール（化学防護服の内側の濃度測定）** | |
| サンプラーの名称及び型式 | 3M 有機ガスモニター　3500+：3M 社 |
| 捕集時間 | 表 7 の測定結果に記載 |
| **③ トルエン（定点測定）** | |
| サンプラーの名称及び型式 | 活性炭チューブ（球状活性炭）　258A<br>2 層　400/200mg：(株)ガステック |
| 使用ポンプ及び型式 | Pocket Pump：SKC 社 |
| 吸引流量 | 0.10 L/min |
| 捕集時間 | 表 7 の測定結果に記載 |
| **④ ベンジルアルコール（手部および化学防護服の裏側のふき取り試料）** | |
| 使用器具等 | メディコム バイタル 不織布ガーゼ<br>：A.R. メディコム・インク・アジア・リミテッド |
| **⑤ ベンジルアルコール（化学防護手袋等の内側ふき取り試料）** | |
| 使用器具等 | ハクジュウジ綿棒 3 号：白十字(株) |

表 2　分析方法

| | |
|---|---|
| **①　空気中ベンジルアルコール** | |
| 前処理方法 | ・脱着液：メタノール（残留農薬・PCB 試験用 5000、内標準物質 N,N-ジメチルホルムアミド 0.25 μL/mL）<br>・捕集剤：脱着液 5 mL を通液<br>・フィルター：脱着液 2 mL 超音波 15 min＋静置 45 min |
| 分析方法 | ガスクロマトグラフ法 |
| 測定機器及び型式 | Agilent 7890 GC (FID)<br>：アジレントテクノロジー（株） |
| **②　化学防護服の内側のベンジルアルコール** | |
| 前処理方法 | 有機ガスモニター内の吸着ディスクをバイアル瓶に移し、2 mL の脱着液（二硫化炭素：フェノキシエタノール＝95：5）で時々振とうしながら 1 時間放置 |
| 分析方法 | ガスクロマトグラフ法 |
| 測定機器及び型式 | Agilent 7890 GC (FID)<br>：アジレントテクノロジー（株） |
| **③　空気中トルエン** | |
| 前処理方法 | 捕集剤をバイアル瓶に移し、2 mL の二硫化炭素（作業環境測定用）で時々振とうしながら 1 時間放置 |
| 分析方法 | ガスクロマトグラフ法 |
| 測定機器及び型式 | Agilent 7890 GC (FID)<br>：アジレントテクノロジー（株） |
| **④　綿棒または不織布のふき取り試料中のベンジルアルコール** | |
| 前処理方法 | ・脱着液：メタノール（残留農薬・PCB 試験用 5000、内標準物質 N,N-ジメチルホルムアミド 0.25 μL/mL）<br>・綿棒は軸を折取り遠沈管に入れ、脱着液 3 mL を加え、超音波 30 min の後、遠心分離<br>・不織布は遠沈管に入れ、脱着液 10 mL を加え、超音波 30 min の後、遠心分離 |
| 分析方法 | ガスクロマトグラフ法 |
| 測定機器及び型式 | Agilent 6890 GC (FID)<br>：アジレントテクノロジー（株） |
| **⑤　尿中馬尿酸濃度** | |
| 分析方法 | HPLC-UV 法 |
| 測定機器及び型式 | Chromaster（株）日立ハイテクサイエンス |
| **⑥　尿中ベンジルアルコール濃度** | |
| 分析方法 | ガスクロマトグラフ-質量分析法 |
| 測定機器及び型式 | Agilent 6890 GC + Agilent 5973N<br>：アジレントテクノロジー（株） |

（３）剥離剤中の揮発性成分の定性分析

使用されていた剥離剤をヘッドスペースバイアル（20 mL　Agilent 社）に封入し、30℃および 40℃のアルミブロック恒温槽内に設置した。恒温槽でバイアルを 1 時間加温した後、ガスタイトシリンジでヘッドスペース部の気体0.1 mLをGC/MSに導入し、定性分析を行った。

分析条件は、表 3 に示したとおり。

表 3　剥離剤中成分の定性分析方法

| | |
|---|---|
| **使用機器** | **Agilent6890（5973MS）** |
| **注入口** | 200℃　スプリットレス |
| **注入量** | ガスタイトシリンジにより0.1mL注入 |
| **オーブン条件** | 30℃（2分間）→4℃/分→220℃（10分間）　ランタイム59.5分間 |
| **キャリアーガス** | He　22.1psi（1.5mL/分） |
| **測定モード** | SCAN（質量範囲30～550） |
| **検索ライブラリ** | NIST02 |
| **バイアル加熱** | 30℃、40℃　1時間 |

（４）化学防護服および化学防護手袋等の耐透過性試験

使用されていた化学防護服、化学防護手袋の素材について、JIS T 8030（化学防護服－防護服材料の耐透過性試験）に準じて、使用されていた剥離剤に対する耐透過性試験を一般財団法人 化学物質評価研究機構に委託して実施した。使用状態での耐透過性を確認するために、インナー手袋を使用していた C 事業場および E 事業場の化学防護手袋素材にインナー手袋素材を重ねて耐透過性試験を実施した。耐透過性試験に使用した装置概略図を図 9 に示した。透過セルに剥離剤を入れ、試験素材を透過したベンジルアルコール蒸気を TENAX-TA 捕集管（CAMSCO 社製）で捕集し、加熱脱着装置付きガスクロマトグラフ-質量分析計で測定し、平均標準破過点検出時間（透過速度 0.1 μg/cm²/min に達するまでの時間）を計測した。剥離剤は粘度が高く、透過セルに剥離剤を満たすことができなかったため、剥離剤が試験素材全体を覆うことができるように透過セルを横にして試験を実施した。

（５）化学防護服および化学防護手袋等の耐透過性の簡易試験

ア　透過試験器および VOC モニターによる耐透過性の簡易試験

使用されていた化学防護服、化学防護手袋の素材について、アゼアス株式会社から貸し出していただいた透過試験器 AB-1（小林技術研究所）および光イオン化検出器（PID）を有する VOC モニター（ppb RAE：RAE Systems 社）を用いて、耐透過性簡易試験を行った。使用状態での耐透過性を確認するために、インナー手袋を使用していた C 事業場および E 事業場の化学防護手袋素材にインナー手袋素材を重ねて耐透過性簡易試験を実施した。透過試験器の間に試験素材の表側を上に向け固定し、その上に図 10 に示したとおり剥離剤を 10 mL 程度を入れセットした。試験素材を透過した化学物質（TVOC）を検出する VOC モニターは 400 ml/min でポンプ吸引しており、透過速度がベンジルアルコールに換算して 0.1 μg/cm²/min 相当する時間を計測した。

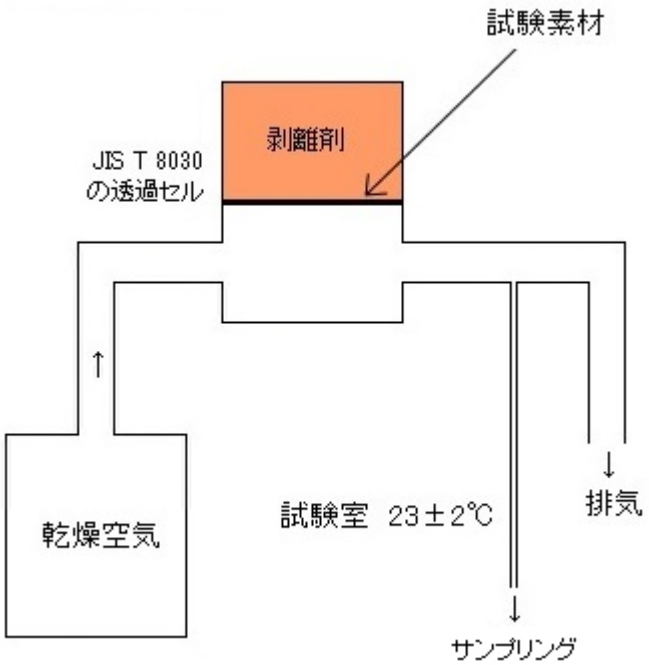



図 9　試験素材の剥離剤に対する耐透過性試験装置の略図

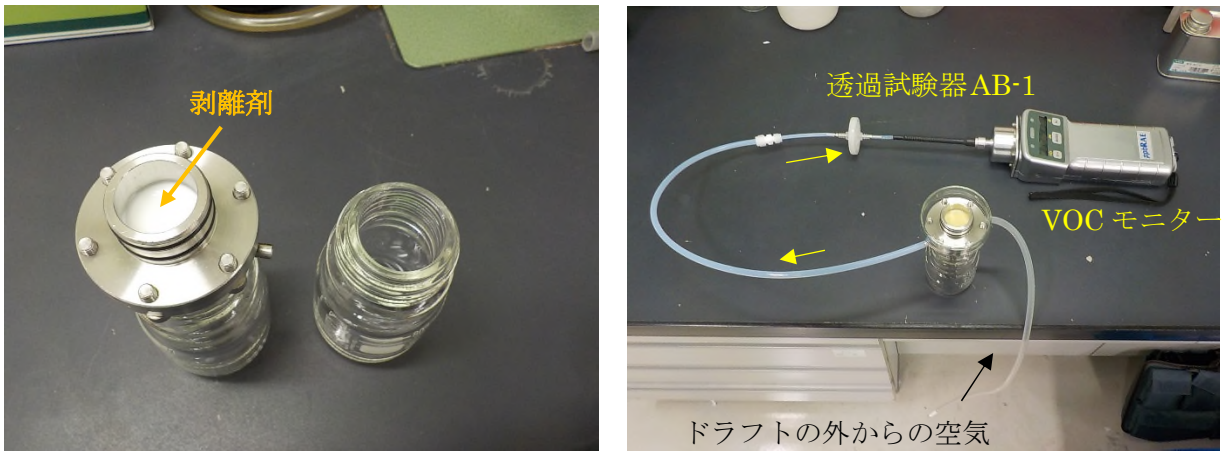



図 10　透過試験器 AB-1 と VOC モニター

イ　オイル試験紙を用いた耐透過性の定性試験

水中の油を検知することができるオイル試験紙 MN90670（MACHEREY-NAGEL 社）を用いて、使用されていた化学防護服、化学防護手袋の剥離剤に対する耐透過性の定性試験を行った。使用状態での耐透過性を確認するために、インナー手袋を使用していた C 事業場および E 事業場の化学防護手袋素材にインナー手袋素材を重ねて耐透過性の定性試験を実施した。図 11 に示したように外径 68 mm 高さ 15mm のガラスシャーレのふたを裏返して剥離剤を少量載せ、その上に試験素材の表側を剥離剤側になるように被せ、更にその上にオイル試験紙と少量の蒸留水を載せて外径 62 mm 高さ 20 mm のガラス製シャーレの本体を押し付けて、剥離剤と試験素材が試験素材の裏側と水に浸された試験紙が接触するようにして、試験紙に変色が生じるかを経時的に観察した。

D 事業場の化学防護手袋は素材が厚くガラスシャーレの本体で試験素材を押し付けることができなかったため、100 mL ビーカーの底で試験素材を押し付けた。

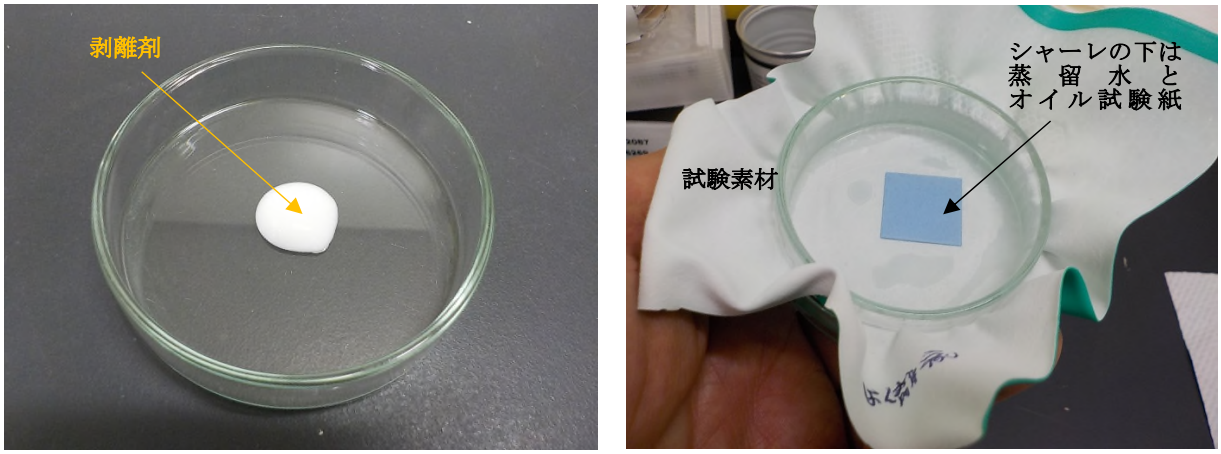



図 11　耐透過性の定性試験

使用前のオイル試験紙は、図 12 にあるように水色をしているが、試験紙に剥離剤を付着させると、水中の油が存在した時と同じように濃い青色に変わり、蒸留水のみを付着させても変色しないことを確認した。

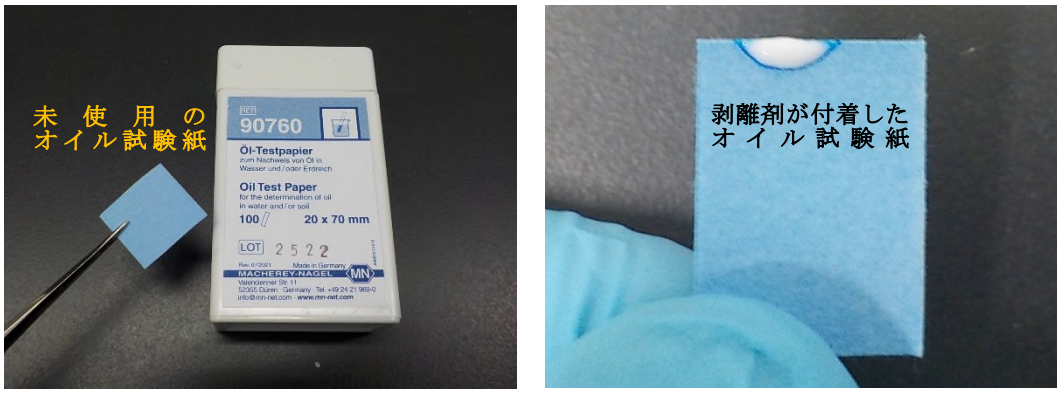



図 12　オイル試験紙と剥離剤が付着したオイル試験紙

（6）吸収缶の残存除毒能力試験

被検者が使用していた吸収缶の残存除毒能力試験を製造メーカーに委託して実施した。吸収缶は、昼休みに交換されていたので、各被検者が使用した吸収缶の内、最も使用時間が長かった吸収缶 1 個について残存能力試験を実施した。

残存除毒能力試験の概要を表 4 に、残存除毒能力試験に使用した除毒能力試験装置の概略図を図 13 に示した。

表 4　吸収缶の残存除毒能力試験の概要

| | |
|---|---|
| 残存除毒能力<br>試験条件 | 測定装置：除毒能力試験装置<br>試験ガス　：ジクロロメタン<br>試験ガス濃度　：100 ppm<br>最高許容透過濃度：5 ppm<br>試験ガス温度　：　20±1 ℃<br>試験ガス湿度　：　50±2 %RH<br>試験ガス流量　：　30 L/min |
| 吸収缶透過後の<br>気体の定性・定量<br>分析方法 | 分析対象：通気開始 20 秒後から 50 秒後<br>（30 秒間）の吸収缶透過後のジクロロメタン<br>分析測定装置：GC/MS |

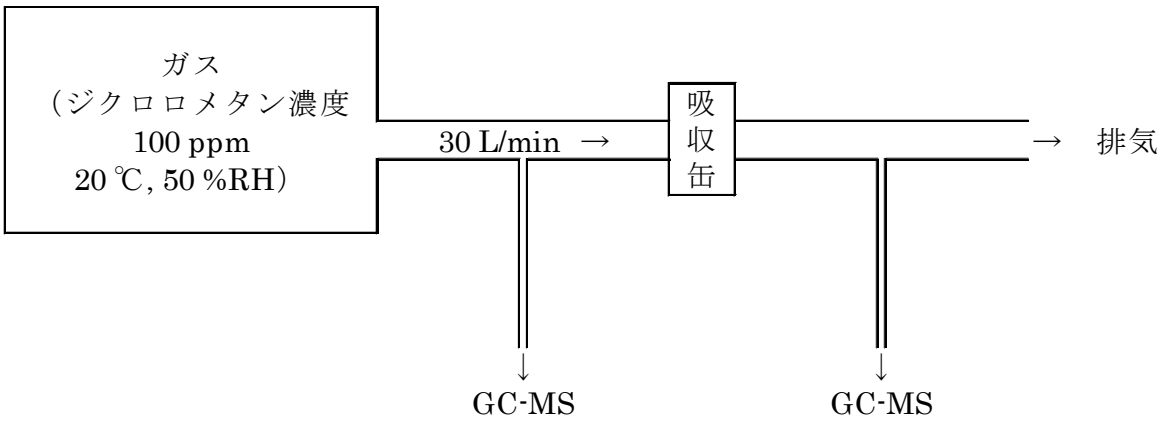



図 13　吸収缶の除毒能力試験装置略図

6　調査結果

（1）事前調査

事前調査を行った結果を表 5 に示した。

ア　塗膜中の鉛、クロム及び PCB 含有量

A 事業場の塗膜中の鉛含有量は 5.0 %、クロム含有量は 0.10 %、PCB 含有量は 0.5 mg/kg 未満であった。

B 事業場の塗膜中の鉛含有量は 1.7 %、クロム含有量は 0.04 %、PCB 含有量は 0.15 mg/kg 未満であった。

C 事業場の塗膜中の鉛含有量は 4.60 %、クロム含有量は 0.50 %、PCB 含有量は上塗りに 2.0 mg/kg であった。

D 事業場の塗膜中の鉛含有量は 13.0 %、クロム含有量は 0.46 %、PCB 含有量は 0.39 mg/kg であった。

E 事業場の塗膜中の鉛含有量は 6 %、クロム含有量は不明、PCB 含有量は 1.0 mg/kg で

表5　事前調査の結果（事前調査票の回答Ⅰ）

| | | １作業工程 | | | | ２取扱物質等 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 事業場名 | 工程全体の概要 | (1)ばく露作業の名称 | (2)作業場の名称 | (3)作業の概要 | (4)従事する作業者の数<br>人 | (1)1日あたりの塗膜取扱い量 | (3)塗膜中の鉛含有率（重量%） | (4)塗膜中のクロム含有率（重量%） | (5)塗膜中のPCB含有率（mg/kg） | (6)塗膜剥離剤のメーカー名・製品名 | (7)塗膜剥離剤中のベンジルアルコール含有率（重量%） | (8)塗膜除去作業時の取扱い温度 |
| Ａ事業場 | ① 剥離剤吹付け塗布（1回目）<br>② 塗膜かき落とし（1回目）<br>③ 剥離剤吹付け塗布（2回目）<br>④ 塗膜かき落とし（2回目）<br>⑤ 素地調整<br>⑥ 塗装 | 塗膜かき落とし（2回目） | 橋梁塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 14 | 100㎡/日 | 5% | 0.10% | 0.5mg/kg未満 | 剥離剤Ａ | 45～65% | 常温 |
| Ｂ事業場 | ① 剥離剤ローラー塗布（1回目）<br>② 塗膜かき落とし（1回目）<br>③ 剥離剤ローラー塗布（2回目）<br>④ 塗膜かき落とし（2回目）<br>⑤ 素地調整<br>⑥ 塗装 | 塗膜かき落とし および 剥離剤ローラー塗布（2回目） | 歩道橋塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落としおよび剥離剤ローラー塗布 | 8 | 15㎡/日 | 1.70% | 0.04% | 0.15 mg/kg未満 | 剥離剤Ｂ | 45～55% | 常温 |
| Ｃ事業場 | ① 剥離剤吹付け塗布（1回目）<br>② 塗膜かき落とし（1回目）<br>③ 剥離剤吹付け塗布（2回目）<br>④ 塗膜かき落とし（2回目）<br>⑤ 素地調整<br>⑥ 塗装 | 塗膜かき落とし（2回目） | 河川橋塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 8 | 1人当たり20㎡/日 | 4.60% | 0.50% | 2.0 mg/kg 上塗りに含有 | 剥離剤Ｃ | 40～50% | 常温 |

| | | 1作業工程 | | | | 2取扱物質等 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 事業場名 | 工程全体の概要 | (1)ばく露作業の名称 | (2)作業場の名称 | (3)作業の概要 | (4)従事する作業者の数<br>人 | (1)1日あたりの塗膜取扱い量 | (3)塗膜中の鉛含有率（重量%） | (4)塗膜中のクロム含有率（重量%） | (5)塗膜中のPCB含有率（mg/kg） | (6)塗膜剥離剤のメーカー名・製品名 | (7)塗膜剥離剤中のベンジルアルコール含有率（重量%） | (8)塗膜除去作業時の取扱い温度 |
| D事業場 | ① 剥離剤吹付塗布（1回目）<br>② 塗膜かき落とし（1回目）<br>③ 剥離剤吹付塗布（2回目）<br>④ 塗膜かき落とし（2回目）<br>⑤ 素地調整<br>⑥ 塗装 | 剥離剤吹付塗布（1回目） | 高架橋塗替塗装工事 | 剥離剤の吹付塗布 | 1～2 | 120 kg/日 | 13.0% | 0.46% | 0.39 mg/kg | 剥離剤D | 50% | 常温 |
| | | 塗膜かき落とし（1回目） | | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 15 | | | | | | | |
| E事業場 | ① 剥離剤刷毛またはローラー塗布（1回目）<br>② 塗膜かき落とし（1回目）<br>③ 剥離剤刷毛またはローラー塗布（2回目）<br>④ 塗膜かき落とし（2回目） | 剥離剤刷毛またはﾛｰﾗｰ塗布（1回目） | 解体した橋梁の塗膜除去 | 剥離剤の刷毛またはﾛｰﾗｰ塗布 | 4 | 60 ㎡/日 | 6% | 不明 | 1.0 mg/kg | 剥離剤E | ＜ 50% | 常温 |
| | | 塗膜かき落とし（1回目） | | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 6 | | | | | | | |

表5　事前調査の結果（事前調査票の回答Ⅱ）

| | １作業工程 | | | ３作業環境 | | | | | | | | ４作業内容 | | | | ５発生源対策 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 事業場名 | (1)ばく露作業の名称 | (2)作業場の名称 | (3)作業の概要 | (1)作業場所<br>１特定／<br>２不特定 | (2)屋内・屋外の別<br>１屋内／<br>２屋外 | (3)作業場の広さ | (4)作業場の容積 | (5)出入口<br>１開放／<br>２通常閉 | (6)窓、換気口等<br>1通常開／<br>2通常閉／3無し | (7)全体換気量 | (10)作業場のの気中ベンジルアルコール濃度の測定実績<br>１有／<br>２無 | (1)作業方法<br>１完全自動化／<br>２機械作業／<br>３手作業 | (2)１回あたりの作業時間 | (3)１日あたりの作業回数<br>回/日 | (4)作業頻度（〇〇日／週） | (1)排気装置等<br>１密閉化/<br>２局所排気装置/<br>３プッシュプル/<br>４全体換気装置/<br>５その他/<br>６無し | その他の場合名称 | (2)排気装置等の点検状況<br>１毎日／<br>２毎週／<br>３毎月／<br>４毎年／<br>５無し |
| Ａ事業場 | 塗膜かき落とし（2回目） | 橋梁塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 1 | 1 | 1区画200㎡×8区画 | 1区画2000㎥×8区画 | 2 | 2 | 200㎥/min | 1（VOCモニター） | 3 | 1.5-2.0時間/回 | 4回/日 | 5日/週 | 4 | 給気および排気 | 1 |
| Ｂ事業場 | 塗膜かき落とし および 剥離剤ローラー塗布（2回目） | 歩道橋塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落としおよび剥離剤ローラー塗布 | 1 | 1 | 408㎡（塗装面積） | - | 2 | 3 | なし | 1（VOCモニター） | 3 | 1.5時間/回 | 4回/日 | 5日/週 | 5 | 自然換気および循環式集じん機による撹拌 | 1 |
| Ｃ事業場 | 塗膜かき落とし（2回目） | 河川橋塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 1 | 1 | 495㎡ | 1584㎥ | 2 | 2 | 230㎥/min | 1（VOCモニター） | 3 | 45分/回 | 8回/日 | 5日/週 | 4 | 排気 | 1 |

| | １作業工程 | | | ３作業環境 | | | | | | | | ４作業内容 | | | | ５発生源対策 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 事業場名 | (1)ばく露作業の名称 | (2)作業場の名称 | (3)作業の概要 | (1)作業場所<br>１特定／<br>２不特定 | (2)屋内・屋外の別<br>１屋内／<br>２屋外 | (3)作業場の広さ | (4)作業場の容積 | (5)出入口<br>１開放／<br>２通常閉 | (6)窓、換気口等<br>1通常開／<br>2通常閉／3無し | (7)全体換気量 | (10)作業場のの気中ベンジルアルコール濃度の測定実績<br>１有／<br>２無 | (1)作業方法<br>１完全自動化／<br>２機械作業／<br>３手作業 | (2)１回あたりの作業時間 | (3)１日あたりの作業回数<br>回/日 | (4)作業頻度<br>（〇〇日／週） | (1)排気装置等<br>１密閉化/<br>２局所排気装置/<br>３プッシュプル/<br>４全体換気装置/<br>５その他/<br>６無し | その他の場合名称 | (2)排気装置等の点検状況<br>１毎日／<br>２毎週／<br>３毎月／<br>４毎年／<br>５無し |
| Ｄ事業場 | 剥離剤吹付塗布（1回目）<br>塗膜かき落とし（1回目） | 高架橋塗替塗装工事 | 剥離剤の吹付塗布<br>剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 1 | 1 | 86㎡/1作業区画 | 206㎥/1作業区画 | 1 | 2 | 70㎥/min | 1（VOCモニター） | 3 | 2時間/回 | 4回/日 | 5日/週 | 4 | 送風および排気 | 1 |
| Ｅ事業場 | 剥離剤刷毛またはﾛｰﾗｰ塗布（1回目）<br>塗膜かき落とし（1回目） | 解体した橋梁の塗膜除去 | 剥離剤の刷毛またはﾛｰﾗｰ塗布<br>剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 1 | 1 | 120㎡ | 600㎥ | 2 | 3 | 42.6㎥/min | 2 | 3 | 90分/回 | 4回/日 | 5日/週 | 4 | 排気 | 1 |

表5　事前調査の結果（事前調査票の回答Ⅲ）

| | １作業工程 | | | ６保護具の使用(1) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 事業場名 | (1)ばく露作業の名称 | (2)作業場の名称 | (3)作業の概要 | (1) マスクの使用<br>１エアライン<br>２防じん<br>３防じん機能付防毒<br>４防毒<br>５電動ﾌｧﾝ付き呼吸用保護具<br>６有毒ガス用電動ﾌｧﾝ付き呼吸用保護具<br>７その他 | (2)マスクの使用頻度<br>１常時／<br>２必要時 | (3)マスクの点検状況<br>１定期／<br>２不定期／<br>３無し | (4)マスクのフィルターや吸収缶の交換頻度<br>１毎日／<br>２半日毎／<br>３休憩毎／<br>４その他 | (5)マスクフィットテストの実施状況<br>１有／<br>２無 | (6)保護手袋の使用<br>１有／２無 | 保護手袋の素材等 | (7)保護手袋の使用頻度<br>１常時／<br>２必要時 | (8)保護手袋の使用の有無にかかわらず、除去した塗膜に直接触れる作業の有無<br>１有／２無 | (9)保護手袋の更新<br>1定期更新／<br>2点検の上更新<br>/3使用都度廃棄 | (10)保護手袋の洗浄<br>1使用都度洗浄/<br>2作業終了後洗浄/<br>3不定期に洗浄/<br>4使い捨て |
| Ａ事業場 | 塗膜かき落とし（2回目） | 橋梁塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 6 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | ニトリルゴム<br>化学防護手袋JIS T 8116適合品 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| Ｂ事業場 | 塗膜かき落とし及び剥離剤ローラー塗布（2回目） | 歩道橋塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落としおよび剥離剤ローラー塗布 | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | ニトリルゴム<br>化学防護手袋JIS T 8116適合品<br>インナー手袋としてJIS T 8116に適合しないポリエチレン製手袋使用 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| Ｃ事業場 | 塗膜かき落とし（2回目） | 河川橋塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 1 | 1 | 1 | － | 2 | 1 | ニトリルゴム<br>化学防護手袋JIS T 8116適合品<br>インナー手袋としてJIS T 8116に適合しないニトリルゴム製手袋使用 | 1 | 1 | 3 | 4 |

| | １作業工程 | | | ６保護具の使用(1) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 事業場名 | (1)ばく露作業の名称 | (2)作業場の名称 | (3)作業の概要 | (1) マスクの使用<br>１エアライン<br>２防じん<br>３防じん機能付防毒<br>４防毒<br>５電動ﾌｧﾝ付き呼吸用保護具<br>６有毒ガス用電動ﾌｧﾝ付き呼吸用保護具<br>７その他 | (2)マスクの使用頻度<br>１常時／<br>２必要時 | (3)マスクの点検状況<br>１定期／<br>２不定期／<br>３無し | (4)マスクのフィルターや吸収缶の交換頻度<br>１毎日／<br>２半日毎／<br>３休憩毎／<br>４その他 | (5)マスクフィットテストの実施状況<br>１有／<br>２無 | (6)保護手袋の使用<br>１有／２無 | 保護手袋の素材等 | (7)保護手袋の使用頻度<br>１常時／<br>２必要時 | (8)保護手袋の使用の有無にかかわらず、除去した塗膜に直接触れる作業の有無<br>１有／２無 | (9)保護手袋の更新<br>1定期更新／<br>2点検の上更新<br>/3使用都度廃棄 | (10)保護手袋の洗浄<br>1使用都度洗浄/<br>2作業終了後洗浄/<br>3不定期に洗浄/<br>4使い捨て |
| Ｄ事業場 | 剥離剤吹付塗布（1回目） | 高架橋塗替塗装工事 | 剥離剤の吹付塗布 | 1 | 1 | 1 | － | 2 | 1 | PE, EVOHラミネート<br>化学防護手袋ASTM規格適合品<br>＋<br>軍手 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 塗膜かき落とし（1回目） | | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | | | |
| Ｅ事業場 | 剥離剤刷毛またはﾛｰﾗｰ塗布（1回目） | 解体した橋梁の塗膜除去 | 剥離剤の刷毛またはﾛｰﾗｰ塗布 | 1 | 1 | 1 | － | 2 | 1 | ニトリルゴム<br>化学防護手袋JIS T 8116適合品<br>＋<br>インナー手袋としてJIS T 8116に適合しない塩化ビニル手袋使用 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 塗膜かき落とし（1回目） | | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | | | |

表5　事前調査の結果（事前調査票の回答Ⅳ）

| | １作業工程 | | | ６保護具の使用(2) | | | | | | | | ７その他 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 事業場名 | (1)ばく露作業の名称 | (2)作業場の名称 | (3)作業の概要 | (11)保護衣の使用 １有／２無 | 保護衣の素材等 | (12)保護衣の使用頻度 １常時／２必要時 | (13)保護衣の更新 1定期更新/2点検の上更新/3使用都度廃棄 | (14)保護衣の洗浄 1使用都度洗浄/2作業終了後洗浄/3不定期に洗浄/4使い捨て式 | (15)送風機能のある服の使用 １有／２無 | 送風機能のある服の製品名 | (16)靴の種類（材質、形状） | 作業手順書の整備状況 １有/２無 |
| Ａ事業場 | 塗膜かき落とし（2回目） | 橋梁塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 1 | ポリプロピレン 化学防護服 JIS T 8115適合品 タイプ4, 5, 6（透湿性ありと表示） | 1 | 3 | 4 | 2 | 夏期はボルテックスチューブまたは保冷材による冷却を行う | 化学防護長靴 JIS T 8117適合品 および ポリプロピレン製シューズカバー | 1 |
| Ｂ事業場 | 塗膜かき落とし および 剥離剤ローラー塗布（2回目） | 歩道橋塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落としおよび剥離剤ローラー塗布 | 1 | ポリプロピレン 化学防護服 JIS T 8115適合品 タイプ4, 5, 6（透湿性ありと表示） | 1 | 3 | 4 | 2 | 夏期はボルテックスチューブによる冷却を行う | ポリプロピレン製シューズカバー | 1 |
| Ｃ事業場 | 塗膜かき落とし（2回目） | 河川橋塗替塗装工事 | 剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 1 | ポリプロピレン 化学防護服 JIS T 8115適合品 タイプ4, 5, 6（透湿性ありと表示） | 1 | 3 | 4 | 1 | ボルテックスチューブによる冷却 | 化学防護長靴 ＋ ポリプロピレン製シューズカバー | 1 |

| | １作業工程 | | | ６保護具の使用(2) | | | | | | | | ７その他 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 事業場名 | (1)ばく露作業の名称 | (2)作業場の名称 | (3)作業の概要 | (11)保護衣の使用<br>１有／２無 | 保護衣の素材等 | (12)保護衣の使用頻度<br>１常時／<br>２必要時 | (13)保護衣の更新<br>1定期更新/<br>2点検の上更新/<br>3使用都度廃棄 | (14)保護衣の洗浄<br>1使用都度洗浄/<br>2作業終了後洗浄/<br>3不定期に洗浄/<br>4使い捨て式 | (15)送風機能のある服の使用<br>１有／２無 | 送風機能のある服の製品名 | (16)靴の種類<br>（材質、形状） | 作業手順書の整備状況<br>１有/<br>２無 |
| Ｄ事業場 | 剥離剤吹付塗布（1回目）<br>塗膜かき落とし（1回目） | 高架橋塗替塗装工事 | 剥離剤の吹付塗布<br>剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 1 | ポリプロピレン<br>化学防護服<br>JIS T 8115適合品<br>タイプ4, 5, 6<br>（透湿性あり<br>と表示） | 1 | 3 | 4 | 1 | ボルテックスチューブによる冷却 | ポリプロピレン製シューズカバー | 1 |
| Ｅ事業場 | 剥離剤刷毛またはﾛｰﾗｰ塗布（1回目）<br>塗膜かき落とし（1回目） | 解体した橋梁の塗膜除去 | 剥離剤の刷毛またはﾛｰﾗｰ塗布<br>剥離剤塗布後の塗膜かき落とし | 1 | ポリエチレン<br>化学防護服<br>JIS T 8115適合品<br>タイプ4, 5, 6<br>（透湿性あり<br>と表示） | 1 | 3 | 4 | 2 | － | ポリエチレン製シューズカバー | 1 |

あった。

イ　塗膜剥離剤中のベンジルアルコール等の含有量

安全データシートに記載されていた化学物質等の名称およびその含有量を表 6 に示した。

剥離剤中のベンジルアルコール含有量は、A 事業場が 45～65 %、B 事業場が 45～55 %、C 事業場が 40～50 %、D 事業場が 50 %、E 事業場が 50 %未満であった。

表 6　安全データシートに示された塗膜剥離剤中の化学物質等およびその含有量

| 事業場 | 化学物質等の名称および含有量 |
|---|---|
| A 事業場 | 混合物 |
| | ベンジルアルコール　45-65 % |
| | 水　30-55 % |
| | 増粘剤・調整剤　< 12 % |
| B 事業場 | 混合物 |
| | ベンジルアルコール　45-55 % |
| C 事業場 | 混合物 |
| | ベンジルアルコール　40-50 % |
| | 石油ナフサ　< 5 % |
| | ナフタレン　< 1 % |
| D 事業場 | 混合物 |
| | ベンジルアルコール　50 % |
| | 水　41 % |
| | 乾燥抑制剤　9.0 % |
| E 事業場 | 混合物 |
| | ベンジルアルコール　< 50 % |
| | 水　> 10 % |
| | 芳香族ナフサ　< 5 % |

ウ　作業場の換気

A 事業場は、作業区画を設定して機械式換気装置が設置されていた。換気量と作業区画の容積から計算した換気回数は、6 回であった。作業区画はビニールシートで囲われていたが、各区画が完全に密閉されているわけではなく、屋外の風による自然換気の効果もあると思われた。作業区画は、高さ約 10 m あり、5 段の足場が組まれ、更に 1 段を図 14 のような足場によって上段と下段に分けて作業が行われていた。

B 事業場は、隔離区域がビニールシートで設定されていた。機械式換気装置は設置されていなかったが、養生されたビニールシートに隙間があり、風が吹くたびに自然換気が行われた。また、作業場には循環式集じん機 1 台が歩道橋の上に置かれていたが、歩道橋裏側の吊り足場にはその効果は及ばないと考えられた。また、歩道橋の下側（道路側）の面は、高さが 45 から 80 cm 前後であり、高さが少ない隙間の剥離剤のローラー塗布や塗膜かき落とし作業時には仰向けになって作業が行われる場合があった。

C 事業場は、作業区画を設定して機械式換気装置が設置されていた。換気量と作業区画の容積から計算した換気回数は、8.7 回であった。作業区画はビニールシートで囲われていたが、各区画が完全に密閉されているわけではなく、屋外の風による自然換気の効果もあると思われた。図 14 のような足場によって上段と下段に分けて作業が行われていた。

D 事業場は、作業区画がビニールシートで設定されていた。機械式換気装置は設置されていたが、図 15 に示したとおり、作業区画外の隔離区域内に排気されていた。作業区画や隔離区域のビニールシートによる養生には隙間があり、風が吹き込むとわずかだが自然換気が行われていた。また、作業区画内に送風機を置き、空気を循環しており、剥離剤から発生したベンジルアルコールを含む蒸気が滞留することを防いでいたが、作業区画内で拡散していた。作業区画内は上段と下段に分かれておらず、高い部分は踏み台の上に乗って塗膜除去作業が行われていた。

E 事業場は、大型テント内に解体された橋梁（幅 1.8m×長さ 4.5m×高さ 2m 程度）を 4 個程度搬入し、塗膜除去作業が行われていた。ポータブルの負圧除じん装置 6 台を設置し換気がされていた。換気量と大型テントの容積から計算した換気回数は、4.3 回であった。

図 14　作業区画の足場と塗膜かき落とし作業状況

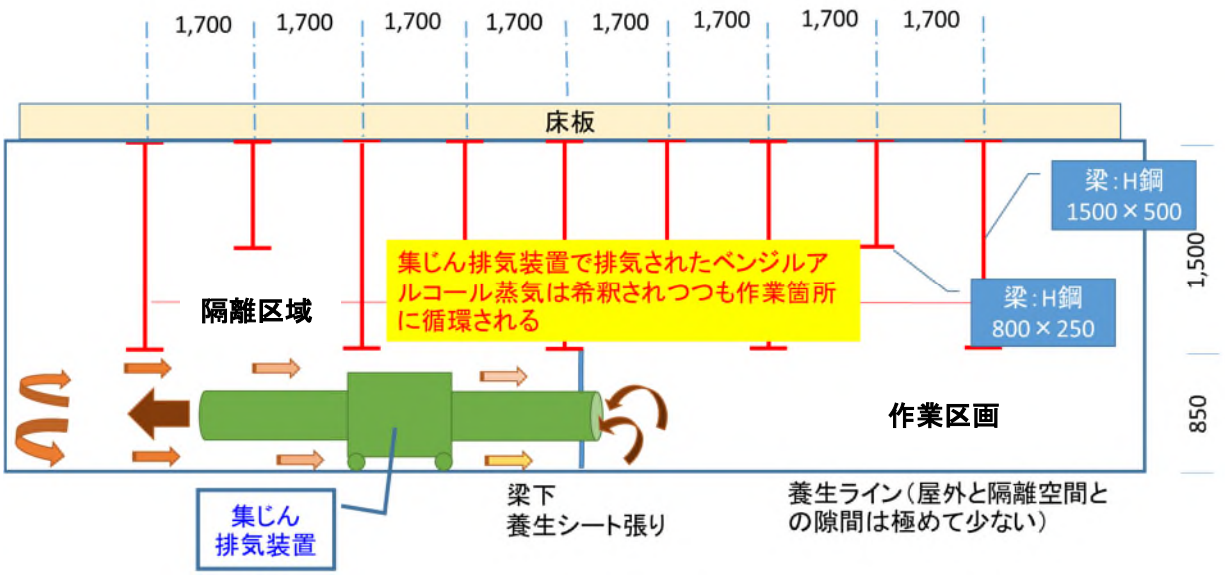



図 15　隔離区域と作業区画の換気状況

エ　作業時間等

A 事業場では、8 時から 17 時までの間に、休憩時間を 3 回（10 時から 15 分間、12 時から 1 時間、15 時から 15 分間）とっていた。

B 事業場では、9 時から 17 時までの間に、休憩時間を 3 回（10 時から 15 分間、12 時から 1 時間、15 時から 15 分間）とっていた。ただし、当該事業場の本調査は 12 月に行ったが、12 月は日没が早いということで、10 時および 15 時からの休憩をなくし、昼休みを長めにして、終業時刻も早くする対応をしていた。

C 事業場では、8 時から 17 時までの間に、休憩時間を 3 回（9 時 30 分から 1 時間、12 時から 1 時間、14 時 30 分から 1 時間）とっていた。

D 事業場では、8 時 30 分から 16 時 30 分までの間に、休憩時間を 3 回（10 時から 30 分間、12 時から 1 時間、15 時から 30 分間）とっていた。

E 事業場では、8 時から 17 時までの間に、休憩時間を 3 回（10 時から 30 分間、12 時から 1 時間、15 時から 30 分間）とっていた。

1 日の作業時間は、A 事業場が 7.5 時間、B 事業場が 6.5 時間、C 事業場が 6.0 時間、D 事業場が 6.0 時間、E 事業場が 7.0 時間で、それぞれ週 5 日の勤務であった。

オ　呼吸用保護具

A、B、D および E 事業場での塗膜かき落とし作業では、全面形面体をもつ面体形直結式有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具（防じん機能付き有機ガス用 L 級 PL3 IS 級）が使用されていた。

A、B、D および E 事業場の有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具のガス吸収缶の交換は、半日ごとに行われていた。

C 事業場での塗膜かき落とし作業および E 事業場での剥離剤の刷毛またはローラー塗布作業では、全面型面体をもつ給気・ろ過両用式プレッシャデマンド形エアラインマスクが使用されていた。ろ過材は直結式小型有機ガス用吸収缶が使用されていた。吸収缶の交換頻度は、C 事業場が 1 週間に 1 回、E 事業場がこれまで交換したことがなかった。

D 事業場での剥離剤吹付塗布作業では、全面型面体をもつ一定流量形エアラインマスクが使用されていた。

カ　保護手袋

A 事業場では、JIS T 8116 に適合したニトリルゴム製の化学防護手袋の上に手が滑るということで、化学防護手袋の外側に軍手を着用していた。

B 事業場では、JIS T 8116 に適合したニトリルゴム製の化学防護手袋を着用していたが、その内側にインナー手袋として JIS T 8116 に適合しないポリエチレン製手袋を着用していた。

C 事業場では、JIS T 8116 に適合したニトリルゴム製の化学防護手袋に加えて、JIS T 8116 に適合しないニトリルゴム製の薄手の手袋がインナー手袋として使用されていた。

D 事業場の剥離剤吹付け塗布作業では、ASTM 規格に適合したポリエチレンとエチレンービニルアルコール共重合体のラミネートの化学防護手袋の上に軍手を装着していた。塗膜かき落とし作業では、軍手の上に ASTM 規格に適合したポリエチレンとエチレンービニルアルコール共重合体のラミネートの化学防護手袋を装着していた。

E 事業場では、JIS T 8116 に適合したニトリルゴム製の化学防護手袋に加えて、JIS T 8116 に適合しない塩化ビニル製の薄手の手袋がインナー手袋として使用されていた。

化学防護手袋、軍手およびインナー手袋は、休憩毎に交換していた。

キ　保護衣

5 事業場とも、JIS T 8115 に適合したタイプ 4（スプレー防護用密閉服）、タイプ 5（浮遊固体粉じん防護用密閉服）、タイプ 6（ミスト防護用密閉服）の表示がされた全身化学防護服を使用していた。また、使用された化学防護服は、5 事業場とも透湿性があると表示されていた。

保護衣は、5 事業場とも休憩毎に交換していた。

ク　靴

A および C 事業場では、JIS T 8117 に適合した化学防護長靴を履き、その上に保護衣と同じ材質の靴カバーを履いて作業を行っていた。B、D および E 事業場では、安全靴の上に保護衣と同じ材質の靴カバーを履いて作業を行っていた。

（2）本調査

ベンジルアルコールの測定結果を表 7 に示した。

ア　個人ばく露測定結果

ベンジルアルコールの個人ばく露測定結果は、作業者 a（A 事業場）では作業時間加重平均濃度で 139 mg/m$^3$、8 時間加重平均濃度で 69.9 mg/m$^3$ であった。

作業者 b（B 事業場）では作業時間加重平均濃度で 40.8 mg/m$^3$、8 時間加重平均濃度で 31.4 mg/m$^3$ であった。

作業者 c（C 事業場）では作業時間加重平均濃度で 111 mg/m$^3$、8 時間加重平均濃度で 35.2 mg/m$^3$ であった。

作業者 d-1（D 事業場 剥離剤吹付塗布作業者（ただし、午後は塗膜かき落としおよび片付け作業）では午前の作業時間加重平均濃度で 212 mg/m$^3$、午後の作業時間加重平均濃度で 24.8 mg/m$^3$、8 時間加重平均濃度で 86.4 mg/m$^3$ であった。作業者 d-2（D 事業場 塗膜かき落とし作業者）では作業時間加重平均濃度で 106 mg/m$^3$、8 時間加重平均濃度で 78.4 mg/m$^3$ であった。

作業者 e-1 および e-2（E 事業場 剥離剤の刷毛またはローラー塗布作業者）では作業時間加重平均濃度で 37.6 mg/m$^3$ および 49.8 mg/m$^3$ であった。8 時間加重平均濃度で 19.3 mg/m$^3$ および 26.5 mg/m$^3$ であった。作業者 e-3 および e-4（E 事業場 塗膜かき落とし作業者）で

は作業時間加重平均濃度で 52.1 mg/m³ および 60.2 mg/m³ であった。8 時間加重平均濃度で 28.9 mg/m³ および 32.5 mg/m³ であった。

剥離剤を吹付け塗布する現場（A 事業場）の個人ばく露測定の結果は、秋から冬にかけて調査を行った事業場では作業時間加重平均濃度で 139 mg/m³ であり、夏期に調査を行った事業場（C･D 事業場）では、作業時間加重平均濃度で 106～212 mg/m³ で、大きな差はなかった。

剥離剤を刷毛またはローラーにより塗布する現場の個人ばく露測定の結果は、秋から冬にかけて調査を行った事業場（B 事業場）では作業時間加重平均濃度で 40.8 mg/m³ であり、夏期に調査を行った事業場（E 事業場）では作業時間加重平均濃度で 37.6～60.2 mg/m³ で、季節による大きな差はなかった。

季節の違いよりも、剥離剤の塗布方法の違いによる個人ばく露測定の結果に差があった。

イ　化学防護服内側の測定結果

パッシブサンプラーを用いて行った化学防護服の内側のベンジルアルコール測定結果は、作業者 a の午前が 95.9 mg/m³、午後が 159 mg/m³ であった。

作業者 b の午前が 7.9 mg/m³、午後が 28.9 mg/m³ であった。

作業者 c（午前で作業終了）が 51.0 mg/m³ であった。

作業者 d-1 の午前が 77.1 mg/m³、午後が 23.9 mg/m³ であった。作業者 d-2 の午前が 69.1 mg/m³、午後が 178 mg/m³ であった。

作業者 e-1 の午前が 51.0 mg/m³、午後が 24.0 mg/m³ であった。作業者 e-3 の午前が 25.1 mg/m³、午後が 15.4 mg/m³ であった。

ウ　尿中馬尿酸濃度測定結果

尿中馬尿酸の測定結果は、作業者 a が起床時で 1.036 g/L、昼休憩前で 1.558 g/L、終業時で 6.520 g/L であった。

作業者 b が起床時で 0.366 g/L、昼休憩前で 0.640 g/L、昼休憩後で 0.585 g/L、終業時で 1.959 g/L であった。

作業者 c が起床時で 0.323 g/L、終業時（午前で作業終了）で 5.838 g/L であった。

作業者 d-1 が起床時で 0.132 g/L、昼休憩前で 1.705 g/L、15 時休憩前で 2.512 g/L、終業時で 3.810 g/L であった。作業者 d-2 が起床時で 0.080 g/L、昼休憩前で 4.470 g/L、終業時で 9.472 g/L であった。

作業者 e-1 が起床時で 0.106 g/L、昼休憩前で 2.000 g/L、15 時休憩前（作業終了時）で 4.042 g/L、終業時で 1.436 g/L であった。作業者 e-3 が起床時で 0.039 g/L、昼休憩前で 2.033 g/L、15 時休憩前（作業終了時）で 4.466 g/L、終業時で 2.749 g/L であった。

エ　尿中ベンジルアルコール濃度測定結果

尿中ベンジルアルコールの測定結果は、作業者 a が起床時で 2195 μg/L、昼休憩前で 1458 μg/L、終業時で 4494 μg/L であった。

作業者 b が起床時で 151 μg/L、昼休憩前で 295 μg/L、昼休憩後で 352 μg/L、終業時で 1004 μg/L であった。

作業者 c が起床時で 70 μg/L、終業時（午前で作業終了）で 1627 μg/L であった。

作業者 d-1 が起床時で 62 μg/L、昼休憩前で 927 μg/L、15 時憩前で 1340 μg/L、終業時で 3447 μg/L であった。作業者 d-2 が起床時で 231 μg/L、昼休憩前で 1652 μg/L、終業時で

5013 μg/L であった。

作業者 e-1 が起床時で 35 μg/L、昼休憩前で 521 μg/L、15 時憩前（作業終了時）で 731 μg/L、終業時で 361 μg/L であった。

作業者 e-3 が起床時で 17 μg/L、昼休憩前で 587 μg/L、15 時憩前（作業終了時）で 781 μg/L、終業時で 552 μg/L であった。

オ　定点での測定結果

（ア）ベンジルアルコールについて

隔離区域の屋外に一番近い部屋で行った気中ベンジルアルコールの測定結果は、A 事業場が 57.0 mg/m$^3$ であった。

B 事業場が 16.8 mg/m$^3$ であった。

C 事業場が 2.9 mg/m$^3$ 未満であった。

D 事業場が 2.0 mg/m$^3$ および 3.0 mg/m$^3$ であった。

E 事業場が 7.8 mg/m$^3$ および 11.5 mg/m$^3$ あった。

（イ）トルエンについて

トルエンの主な尿中代謝物は、ベンジルアルコールと同じ馬尿酸であることから、作業場内の定点で気中トルエン濃度測定を行ったが、A 事業場が 0.05 ppm 未満であった。

B 事業場が 0.004 ppm 未満であった。

C 事業場が 0.05 ppm 未満であった。

D 事業場が調査を行った 2 日とも 0.05 ppm 未満であった。

E 事業場の調査 1 日目が 0.05 ppm 未満で調査 2 日目が 0.06 ppm であった。

表7　ベンジルアルコール測定結果

管理濃度　　なし
許容濃度　　25 mg/m$^3$（最大許容濃度）
尿中馬尿酸　　生物学的許容値なし
尿中ベンジルアルコール　　生物学的許容値なし

| 事業場名 | ばく露作業の名称 | 測定日 | 作業者 | AM or PM | ベンジルアルコール個人ばく露測定結果 | | | | 化学防護服内側のベンジルアルコール濃度 | 採尿時刻等 | 採尿量 | 尿中馬尿酸 | | | 尿中ベンジルアルコール | | 尿中クレアチニン | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | サンプリング時間 | 測定結果 | 測定時間加重平均濃度 | 8時間加重平均濃度 | | | | 測定結果 | 尿比重 | 尿比重補正値※標準尿比重を1.020として補正した値 | 測定結果 | 尿比重補正値※標準尿比重を1.020として補正した値 | | |
| | | | | | 分間 | mg/m$^3$ | mg/m$^3$ | mg/m$^3$ | mg/m$^3$ | | mL | g/L | | g/L | μg/L | μg/L | g/L | |
| A事業場 | 塗膜かき落とし | 2022/10/6 | a | AM | 104 | 138 | 139 | 69.9 | 95.9 | 起床時 | − | 1.036 | 1.035 | 0.592 | 2195 | 1254 | 2.789 | 作業室気温：17.3 ℃<br>作業室湿度：47 % |
| | | | | | | | | | | 11:51 | 145 | 1.558 | 1.029 | 1.074 | 1458 | 1006 | 2.181 | 定点測定の結果<br>作業室<br>：102 mg/m$^3$<br>ｾｷｭﾘﾃｨｿﾞｰﾝ<br>：57.0 mg/m$^3$<br>休憩室<br>：4.9 mg/m$^3$ |
| | | | | PM | 137 | 140 | | | 159 | 16:07 | 147 | 6.520 | 1.032 | 4.075 | 4494 | 2809 | 1.739 | |
| − | − | 2022/10/5 | 非ばく露者1 | | − | − | − | − | − | − | − | 0.238 | 1.016 | 0.298 | 22 | 28 | 0.820 | （作業室　トルエン濃度<br>：＜0.05 ppm） |
| | | | 非ばく露者2 | | − | − | − | − | − | − | − | 0.303 | 1.013 | 0.466 | 20 | 31 | 1.166 | |
| | | | 非ばく露者3 | | − | − | − | − | − | − | − | 0.365 | 1.028 | 0.261 | 39 | 28 | 2.742 | |
| B事業場 | 塗膜かき落とし<br>および<br>剥離剤ローラー塗布 | 2022/12/21 | b | AM | 171 | 22.5 | 40.8 | 31.4 | 7.9 | 起床時 | − | 0.366 | 1.027 | 0.271 | 151 | 112 | 2.121 | 作業室気温：9.3 ℃<br>作業室湿度：40 % |
| | | | | | | | | | | 11:43 | 118 | 0.640 | 1.028 | 0.457 | 295 | 211 | 2.364 | |
| | | | | PM | 199 | 56.5 | | | 28.9 | 13:06 | 65 | 0.585 | 1.024 | 0.488 | 352 | 293 | 1.427 | 定点測定の結果<br>作業室<br>：26.5 mg/m$^3$<br>ｾｷｭﾘﾃｨｿﾞｰﾝ<br>：16.8 mg/m$^3$ |
| | | | | | | | | | | 16:25 | 114 | 1.959 | 1.025 | 1.567 | 1004 | 803 | 2.535 | |
| − | − | 2022/12/20 | 非ばく露者1 | | − | − | − | − | | − | − | 0.136 | 1.007 | 0.389 | 22 | 63 | 0.240 | （作業室　トルエン濃度<br>：＜0.004 ppm） |
| | | | 非ばく露者2 | | − | − | − | − | | − | − | 0.074 | 1.006 | 0.247 | ＜5 | ＜17 | 0.327 | |
| | | | 非ばく露者3 | | − | − | − | − | | − | − | 0.084 | 1.014 | 0.120 | 20 | 29 | 0.634 | |

表7　ベンジルアルコール測定結果

管理濃度　　なし
許容濃度　　25 mg/m$^3$（最大許容濃度）
尿中馬尿酸　　生物学的許容値なし
尿中ベンジルアルコール　　生物学的許容値なし

| 事業場名 | ばく露作業の名称 | 測定日 | 作業者 | AM or PM | ベンジルアルコール個人ばく露測定結果 | | | | 化学防護服内側のベンジルアルコール濃度 | 採尿時刻等 | 採尿量 | 尿中馬尿酸 | | | 尿中ベンジルアルコール | | 尿中クレアチニン | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | サンプリング時間 | 測定結果 | 測定時間加重平均濃度 | 8時間加重平均濃度 | | | | 測定結果 | 尿比重 | 尿比重補正値 ※標準尿比重を1.020として補正した値 | 測定結果 | 尿比重補正値 ※標準尿比重を1.020として補正した値 | | |
| | | | | | 分間 | mg/m$^3$ | mg/m$^3$ | mg/m$^3$ | mg/m$^3$ | | mL | g/L | | g/L | μg/L | μg/L | g/L | |
| C事業場 | 塗膜かき落とし | 2023/8/7 | c | AM | 152 | 111 | 111 | 35.2 | 51.0 | 起床時 | − | 0.323 | 1.017 | 0.380 | 70 | 82 | 1.282 | 作業室気温：30.6 ℃<br>作業室湿度：69 % |
| | | | | | | | | | | 11:31 | 170 | 5.838 | 1.021 | 5.560 | 1627 | 1550 | 1.938 | 定点測定の結果<br>作業室<br>：185 mg/m$^3$<br>ｾｷｭﾘﾃｨｿﾞｰﾝ<br>：＜2.9 mg/m$^3$<br>（作業室　トルエン濃度<br>：＜0.05 ppm） |
| − | − | 2023/8/8 | 非ばく露者1 | | − | − | − | − | − | − | − | 0.466 | 1.023 | 0.405 | 11 | 10 | 2.084 | |
| | | | 非ばく露者2 | | − | − | − | − | − | − | − | 0.693 | 1.017 | 0.815 | 10 | 12 | 1.615 | |
| | | | 非ばく露者3 | | − | − | − | − | − | − | − | 0.145 | 1.010 | 0.290 | 58 | 116 | 0.724 | |
| D事業場 | 剥離剤吹付塗布<br>（午後：塗膜かき落とし他） | 2023/9/5 | d-1 | AM 吹付作業 | 187 | 212 | 212 | 86.4 | 77.1 | 起床時 | − | 0.132 | 1.005 | 0.528 | 62 | 248 | 0.307 | 9/5<br>作業室気温：32.1 ℃<br>作業室湿度：54 %<br>定点測定の結果<br>作業室<br>：124 mg/m$^3$<br>ｾｷｭﾘﾃｨｿﾞｰﾝ<br>：2.0 mg/m$^3$<br>（作業室　トルエン濃度<br>：＜0.05 ppm）<br><br>9/6<br>作業室気温：30.6 ℃<br>作業室湿度：50 %<br>定点測定の結果<br>作業室<br>：104 mg/m$^3$<br>ｾｷｭﾘﾃｨｿﾞｰﾝ<br>：3.0 mg/m$^3$<br>（作業室　トルエン濃度<br>：＜0.05 ppm） |
| | | | | | | | | | | 12:05 | 385 | 1.705 | 1.010 | 3.410 | 927 | 1854 | 0.783 | |
| | | | | PM かき落とし作業他 | 73 | 24.8 | 25 | | 23.9 | 14:53 | 320 | 2.512 | 1.008 | 6.280 | 1340 | 3350 | 0.455 | |
| | | | | | | | | | | 16:30 | 90 | 3.810 | 1.015 | 5.080 | 3447 | 4596 | 1.175 | |
| | 塗膜かき落とし | 2023/9/6 | d-2 | AM | 174 | 74.5 | 106 | 78.4 | 69.1 | 起床時 | − | 0.080 | 1.009 | 0.178 | 231 | 513 | 0.796 | |
| | | | | | | | | | | 11:51 | 130 | 4.470 | 1.025 | 3.576 | 1652 | 1322 | 2.518 | |
| | | | | PM | 180 | 137 | | | 178 | 16:44 | 180 | 9.472 | 1.023 | 8.237 | 5013 | 4359 | 1.725 | |
| − | − | 2023/9/4 | 非ばく露者1 | | − | − | − | − | | − | − | 0.529 | 1.017 | 0.622 | 62 | 73 | 1.088 | |
| | | | 非ばく露者2 | | − | − | − | − | | − | − | 0.065 | 1.019 | 0.068 | 31 | 33 | 1.588 | |
| | | | 非ばく露者3 | | − | − | − | − | | − | − | 0.441 | 1.013 | 0.678 | 110 | 169 | 0.936 | |

表7　ベンジルアルコール測定結果

管理濃度　　なし
許容濃度　　25 mg/m$^3$（最大許容濃度）
尿中馬尿酸　　生物学的許容値なし
尿中ベンジルアルコール　　生物学的許容値なし

| 事業場名 | ばく露作業の名称 | 測定日 | 作業者 | AM or PM | ベンジルアルコール個人ばく露測定結果 | | | | 化学防護服内側のベンジルアルコール濃度 | 採尿時刻等 | 採尿量 | 尿中馬尿酸 | | | 尿中ベンジルアルコール | | 尿中クレアチニン | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | サンプリング時間 | 測定結果 | 測定時間加重平均濃度 | 8時間加重平均濃度 | | | | 測定結果 | 尿比重 | 尿比重補正値 ※標準尿比重を1.020として補正した値 | 測定結果 | 尿比重補正値 ※標準尿比重を1.020として補正した値 | | |
| | | | | | 分間 | mg/m$^3$ | mg/m$^3$ | mg/m$^3$ | mg/m$^3$ | | mL | g/L | | g/L | μg/L | μg/L | g/L | |
| E事業場 | 剥離剤刷毛またはローラー塗布 | 2023/9/26 | e-1 | AM | 148 | 33.1 | 37.6 | 19.3 | 51.0 | 起床時 | − | 0.106 | 1.025 | 0.085 | 35 | 28 | 1.118 | 作業室気温：32.6 ℃<br>作業室湿度：36 %<br><br>定点測定の結果<br>作業室<br>：90.5 mg/m$^3$<br>ｾｷｭﾘﾃｨｿﾞｰﾝ<br>：7.8 mg/m$^3$<br><br>（作業室　トルエン濃度<br>：＜0.05 ppm） |
| | | | | | | | | | | 11:18 | 175 | 2.000 | 1.028 | 1.429 | 521 | 372 | 1.667 | |
| | | | | PM | 98 | 44.5 | | | 24.0 | 15:24 | 150 | 4.042 | 1.034 | 2.378 | 731 | 430 | 2.044 | |
| | | | | | | | | | | 17:00 | 132 | 1.436 | 1.027 | 1.064 | 361 | 267 | 1.333 | |
| | | | e-2 | AM | 150 | 47.4 | 49.8 | 26.5 | − | − | − | − | − | − | − | − | − | |
| | | | | | | | | | | − | − | − | − | − | − | − | − | |
| | | | | PM | 105 | 53.2 | | | − | − | − | − | − | − | − | − | − | |
| | | | | | | | | | | − | − | − | − | − | − | − | − | |
| | 塗膜かき落とし | 2023/9/27 | e-3 | AM | 153 | 59.4 | 52.1 | 28.9 | 25.1 | 起床時 | − | 0.039 | 1.012 | 0.065 | 17 | 28 | 0.542 | 作業室気温：32.5 ℃<br>作業室湿度：44 %<br><br>定点測定の結果<br>作業室<br>：70.5 mg/m$^3$<br>ｾｷｭﾘﾃｨｿﾞｰﾝ<br>：11.5 mg/m$^3$<br><br>（作業室　トルエン濃度<br>：0.06 ppm） |
| | | | | | | | | | | 11:28 | 218 | 2.033 | 1.019 | 2.140 | 587 | 618 | 1.281 | |
| | | | | PM | 113 | 42.3 | | | 15.4 | 15:39 | 152 | 4.466 | 1.032 | 2.791 | 781 | 488 | 2.289 | |
| | | | | | | | | | | 17:00 | 60 | 2.749 | 1.027 | 2.036 | 552 | 409 | 1.846 | |
| | | | e-4 | AM | 152 | 75.9 | 60.2 | 32.5 | − | − | − | − | − | − | − | − | − | |
| | | | | | | | | | | − | − | − | − | − | − | − | − | |
| | | | | PM | 107 | 38.0 | | | − | − | − | − | − | − | − | − | − | |
| | | | | | | | | | | − | − | − | − | − | − | − | − | |
| − | − | 2023/9/25 | 非ばく露者1 | | − | − | − | − | | − | − | 0.227 | 1.010 | 0.454 | 14 | 28 | 0.476 | |
| | | | 非ばく露者2 | | − | − | − | − | | − | − | 0.253 | 1.027 | 0.187 | 44 | 33 | 1.976 | |
| | | | 非ばく露者3 | | − | − | − | − | | − | − | 0.070 | 1.010 | 0.140 | 37 | 74 | 0.683 | |

表8　手部および化学防護手袋ならびに化学防護服内側の拭き取り試料分析結果

| 事業場名 | ばく露作業の名称 | 測定日 | 作業者 | 化学防護手袋・化学防護服 装着開始時刻 | 化学防護手袋・化学防護服 装着終了時刻 | 装着時間 分 | 手部 | | 化学防護手袋内側（インナー手袋を装着している場合は、外側手袋の内側） | | | | 化学防護服内側 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 右手 μg | 左手 μg | 右手 親・人差指 μg | 右手 中・薬小指・ μg | 左手 親・人差指 μg | 左手 中・薬小指・ μg | 右ひざ μg | 左ひざ μg | でん部 μg |
| A事業場 | 塗膜かき落とし | 2022/10/6 | a | 10:35 | 11:51 | 76 | 246 | 257 | < 45 | < 45 | 59 | < 45 | 1097 | 783 | 758 |
| | | | | 13:09 | 14:53 | 104 | 1301 | 419 | 443 | 189 | 217 | 410 | 177 | 585 | 468 |
| B事業場 | 塗膜かき落とし および 剥離剤ローラー塗布 | 2022/12/21 | b | 8:52 | 11:43 | 171 | < 149 | < 149 | < 45 | 83 | < 45 | < 45 | < 149 | < 149 | < 149 |
| | | | | 13:06 | 16:25 | 199 | < 149 | < 149 | < 45 | < 45 | < 45 | < 45 | < 149 | < 149 | < 149 |
| C事業場 | 塗膜かき落とし | 2023/8/7 | c | 8:14 | 9:15 | 61 | < 149 | < 149 | < 45 | < 45 | < 45 | < 45 | < 149 | < 149 | < 149 |
| D事業場 | AM　剥離剤吹付塗布 PM　塗膜かき落とし作業 | 2023/9/5 | d-1 | 10:38 | 12:05 | 87 | 222 | < 149 | < 45 | < 45 | < 45 | < 45 | < 149 | < 149 | 640 |
| | | | | 13:40 | 14:53 | 73 | < 149 | < 149 | < 45 | < 45 | < 45 | < 45 | < 149 | < 149 | < 149 |
| | 塗膜かき落とし | 2023/9/6 | d-2 | 10:33 | 11:51 | 78 | < 149 | < 149 | 127 | 172 | 53 | 62 | < 149 | < 149 | 183 |
| | | | | 15:14 | 16:44 | 90 | < 149 | < 149 | < 45 | 183 | 491 | 202 | < 149 | < 149 | < 149 |
| E事業場 | 剥離剤刷毛またはローラー塗布 | 2023/9/26 | e-1 | 9:55 | 11:18 | 83 | < 149 | < 149 | < 45 | < 45 | < 45 | < 45 | < 149 | < 149 | < 149 |
| | | | | 13:06 | 14:23 | 77 | < 149 | < 149 | < 45 | < 45 | < 45 | < 45 | < 149 | < 149 | < 149 |
| | 塗膜かき落とし | 2023/9/27 | e-3 | 10:07 | 11:28 | 81 | < 149 | < 149 | < 45 | < 45 | < 45 | < 45 | < 149 | < 149 | < 149 |
| | | | | 15:06 | 15:39 | 33 | < 149 | < 149 | – | – | – | – | – | – | – |

カ　手部のふき取り試料分析結果

手部のふき取り試料のベンジルアルコールの分析結果を表 8 に示した。作業者 a の結果は 246～1301 μg であった。

作業者 b、c、d-2、e-1 および e-3 の結果は、146 μg 未満であった。

作業者 d-1 の結果が 222 μg および 146 μg 未満であった。

キ　化学防護手袋内側のふき取り試料分析結果

化学防護手袋内側のふき取り試料のベンジルアルコールの分析結果を表 8 に示した。作業者 a の結果は 45 μg 未満～443 μg であった。

作業者 b の結果は、45 μg 未満～83 μg であった。作業者 b の皮膚に直接触れるポリエチレン製のインナー手袋内側のベンジルアルコール分析結果は、45 μg 未満であった。

作業者 c、d-1、e-1 および e-3 の結果は 45 μg 未満、作業者 d-2 の結果は 45 μg 未満～491 μg であった。

ク　化学防護服内側のふき取り試料分析結果

化学防護服内側のふき取り試料のベンジルアルコールの分析結果を表 8 に示した。作業者 a の結果は 177 μg～1097 μg、作業者 b 、c、e-1 および e-3 の結果は 149 μg 未満、作業者 d-1 の結果は、149 μg 未満～640 μg、作業者 d-2 の結果は、149 μg 未満～183 μg であった。

ケ　吸収缶の破過の確認結果

有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具が使用された作業者 a、b、d-2 および e-3 の休憩開始時および作業終了時に各作業者から提供いただいた吸収缶を VOC モニターで確認した結果は、表 9 に示したとおり、使用済みの全ての吸収缶で破過は確認されなかった。

（3）剥離剤中成分の定性分析結果

A 事業場で使用されていた剥離剤の定性分析の結果、ベンジルアルコールの他に、SDS に成分が示されていない C3 のアルコールと芳香族炭化水素などが検出された。

B 事業場で使用されていた剥離剤の定性分析の結果、ベンジルアルコールの他に、SDS に成分が示されていない C11 から C16 の飽和脂肪族炭化水素などが検出された。

C 事業場で使用されていた剥離剤の定性分析の結果、ベンジルアルコールの他に、アルキルベンゼン、ナフタレン、ベンズアルデヒドなどが検出された。SDS に示された成分と差はなかったが、ベンジルアルコールが酸化したベンズアルデヒドが他の剥離剤に比べて多く検出された。

D 事業場で使用されていた剥離剤の定性分析の結果、ベンジルアルコールの他に、SDS に示されていない C12 の飽和脂肪族炭化水素などが検出された。

E 事業場で使用されていた剥離剤の定性分析の結果、ベンジルアルコールの他に、アルキルベンゼンなどが検出された。SDS に示された成分と差はなかった。

表９　吸収缶の破過確認結果

| 事業場名 | ばく露作業の名称 | 測定日 | 作業者 | 有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具 | 有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具 | 装着時間 | 吸収缶の破過確認結果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 装着開始時刻 | 装着終了時刻 | 分 | （VOCﾓﾆﾀｰ測定結果） |
| Ａ事業場 | 塗膜かき落とし | 2022/10/6 | a | 9:24 | 9:52 | 28 | 不検出 |
| | | | | 10:35 | 11:51 | 76 | 不検出 |
| | | | | 13:09 | 14:53 | 104 | 不検出 |
| | | | | 15:34 | 16:07 | 33 | 不検出 |
| Ｂ事業場 | 塗膜かき落とし および 剥離剤 ローラー塗布 | 2022/12/21 | b | 8:52 | 11:43 | 171 | 不検出 |
| | | | | 13:06 | 16:25 | 199 | 不検出 |
| Ｄ事業場 | 塗膜かき落とし | 2023/9/6 | d-2 | 8:29 | 10:05 | 174 | 不検出 (a) |
| | | | | 10:33 | 11:51 | | |
| | | | | 13:16 | 14:46 | 180 | 不検出 (a) |
| | | | | 15:14 | 16:44 | | |
| Ｅ事業場 | 塗膜かき落とし | 2023/9/27 | e-3 | 8:14 | 9:26 | 153 | 不検出 |
| | | | | 10:07 | 11:28 | | |
| | | | | 13:04 | 14:24 | 113 | 不検出 |
| | | | | 15:06 | 15:39 | | |

(a)：VOCモニターが故障したため、後日（9/11）測定した。

（4）化学防護服および化学防護手袋等素材の耐透過性試験結果

使用されていた化学防護服および化学防護手袋等素材の耐透過性試験結果を表 10 に示した。

表 10　使用されていた剥離剤に対する化学防護服および化学防護手袋等素材の耐透過性試験結果（n = 3）

| 事業場名 | 種類 | 素材 | 厚さ 平均値（mm） | 重さ 平均値（g/m²） | 平均標準破過点検出時間 (a) | ベンジルアルコールの耐透過性のクラス (b) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 0.22 ～0.23 | 56 ～57 | 10 分未満 | 該当せず (c) |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 0.51 ～0.53 | 318 ～342 | 30 分超 60 分未満 | 2 |
| B 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 0.21 ～0.24 | 57 ～59 | 10 分未満 | 該当せず (c) |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 0.51 | 369 ～385 | 60 分超 120 分未満 | 3 |
| | ポリエチレン手袋(d) | ポリエチレン | 0.19 ～0.21 | 35 ～36 | 10 分未満 | 該当せず (c) |
| C 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 0.24 | 55 | 10 分未満 | 該当せず (c) |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム (ニトリルゴム(e)) | 0.38 / 0.09 | 55 /89 | 120 分超 240 分未満 | 4 相当 |
| D 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 0.21 | 50 | 10 分未満 | 該当せず (c) |
| | 化学防護手袋 | PE, EVOH ラミネート | 0.08 | 72 | 480 分超 | 6 |
| E 事業場 | 化学防護服 | ポリエチレン | 0.15 | 37 | 10 分未満 | 該当せず (c) |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム(f) (塩化ビニル(e)) | 0.35 /0.32 | 660 /320 | 480 分超 | 6 相当 |

注　(a)平均標準破過点検出時間：ベンジルアルコールとして透過速度 0.1 μg/cm²/min に達するまでの時間、試験製品 3 点についての平均値（JIS T 8115 または 8116）
(b)クラス：耐透過性の分類（JIS T 8115 または 8116）
(c)該当せず：耐透過性のクラス 1 の基準に達していないことを示す
(d)JIS T 8116 に適合しないポリエチレン手袋
(e)インナー手袋（いずれも JIS T 8116 に適合しない）として使用したため 2 枚を重ねて試験実施
(f)化学防護手袋内側に裏布あり

化学防護服は、それぞれの事業場で使用されていた剥離剤に対して 5 事業場とも JIS T 8115 の耐透過性のクラス 1 の基準に達していなかった。

化学防護手袋は、A 事業場が JIS T 8116 の耐透過性のクラス 2、B 事業場が耐透過性のクラス 3 であった。

B 事業場で化学防護手袋のインナー手袋として使用されていた JIS T 8116 に適合しないポリエチレン手袋は、耐透過性のクラス 1 の基準に達していなかった。

C 事業場が化学防護手袋とインナー手袋を 2 枚重ねた状態で JIS T 8116 の耐透過性のクラス 4 相当であった。

D 事業場が耐透過性のクラス 6 であった。

E 事業場が化学防護手袋とインナー手袋を 2 枚重ねた状態で JIS T 8116 の耐透過性のクラス 6 相当であった。

（5）化学防護服および化学防護手袋等の耐透過性の簡易試験結果

ア　透過試験器および VOC モニターによる耐透過性の簡易試験結果

使用されていた化学防護服および化学防護手袋等素材の耐透過性試験結果を表 11 に示した。

透過試験器に接続した VOC モニターは、イソブチレンガスで校正されており、表示値に 1.1 を乗じると透過試験器から出てくる空気のベンジルアルコール濃度を ppm 単位で知ることができる。しかし、剥離剤には（3）剥離剤中成分の定性分析結果で述べたとおり、他の有機化合物も含有されているため、ベンジルアルコール以外のプラスの測定誤差となるが、透過速度がベンジルアルコールに換算して、0.1 $\mu$g/cm$^2$/min 相当する時間（VOC モニターの指示値が 0.4 ppm 上昇した時間）を計測した。

化学防護服は、それぞれの事業場で使用されていた剥離剤に対して 5 事業場とも JIS T 8115 の耐透過性のクラス 1 に相当する基準に達していなかった。

化学防護手袋は、A 事業場が JIS T 8116 の耐透過性のクラス 3 相当であった。

B 事業場が耐透過性のクラス 4 相当、ポリエチレン手袋は、耐透過性のクラス 1 相当であった。

C 事業場が化学防護手袋とインナー手袋を 2 枚重ねた状態で耐透過性のクラス 4 相当であった。

D 事業場が耐透過性のクラス 6 相当であった。

E 事業場が化学防護手袋とインナー手袋を 2 枚重ねた状態で JIS T 8116 の耐透過性のクラス 5 相当であった。

C 事業場および E 事業場の化学防護手袋だけの JIS T 8116 の耐透過性のクラスは、両方ともクラス 3 相当で、インナー手袋がない場合に比べて 0.1 μg/cm$^2$/min が確認された時間は半分以下であり、かなり短かった。

表 11　使用されていた剥離剤に対する化学防護服および化学防護手袋等素材の透過試験器および VOC モニターによる耐透過性の簡易試験結果（A･B 事業場 n = 3、C～D 事業場 n = 1）

| 事業場名 | 種類 | 素材 | 0.1 μg/cm²/min が確認された時間[a] | 相当する耐透過性のクラス[b] |
|---|---|---|---|---|
| A 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満 | 該当せず[c] |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 60 分超 120 分未満 | 3 |
| B 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満 | 該当せず[c] |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 210 分超 240 分未満 | 4 |
| | ポリエチレン手袋[d] | ポリエチレン | 10 分超 30 分未満 | 1 |
| C 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 1 分未満 | 該当せず[c] |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム (ニトリルゴム[e]) | 175 分 | 4 |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 79 分 | 3 |
| D 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 1 分未満 | 該当せず[c] |
| | 化学防護手袋 | PE, EVOH ラミネート | 480 分超 | 6 |
| E 事業場 | 化学防護服 | ポリエチレン | 1 分未満 | 該当せず[c] |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム[f] (塩化ビニル[e]) | 380 分 | 5 |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム[e] | 85 分 | 3 |

注　[a]平均標準破過点検出時間：ベンジルアルコール換算として透過速度 0.1 μg/cm²/min に達するまでの時間
[b]クラス：耐透過性の分類（JIS T 8115 または 8116）
[c]該当せず：耐透過性のクラス 1 の基準に達していないことを示す
[d] JIS T 8116 に適合しないポリエチレン手袋
[e]インナー手袋（いずれも JIS T 8116 に適合しない）として使用したため 2 枚を重ねて試験実施
[f]化学防護手袋内側に裏布あり

イ　オイル試験紙を用いた耐透過性の定性試験結果

使用されていた剥離剤に対する化学防護服および化学防護手袋等素材のオイル試験紙を用いた耐透過性の定性試験結果を表 12 に示した。耐透過性の定性試験でオイル試験紙の変色した写真を図 16 から図 27 に示した。対照として剥離剤の代わりに蒸留水で行ったオイル試験紙写真を図 28 に示した。オイル試験紙の変色は、試験紙全体が濃い青になったり、まだらに青色が濃くなったり、試験紙の縁の青色だけが濃くなったりと異なる変色で

あったが、対照で行った蒸留水での試験紙の色とは異なった。また、A および E 事業場の化学防護手袋は、図 28 から図 30 に示したとおり水でもまだらまたは縁に変色が見られたが、剥離剤とは異なる変色（図 16、図 26）であった。

表 12　使用されていた剥離剤に対する化学防護服および化学防護手袋等素材の
オイル試験紙による耐透過性の定性試験結果（n = 3）

| 事業場名 | 種類 | 素材 | オイル試験紙に変色等が認められた時間 | 相当する耐透過性のクラス[a] |
|---|---|---|---|---|
| A 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満 | 該当せず[b] |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 30 分超<br>60 分未満 | 2 |
| B 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分超<br>30 分未満 | 1 |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 150 分超<br>180 分未満 | 4 |
| | ポリエチレン手袋[c] | ポリエチレン | 30 分超<br>60 分未満 | 2 |
| C 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分超<br>30 分未満 | 1 |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム<br>(ニトリルゴム[d]) | 120 分超<br>240 分未満 | 4 |
| D 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分超<br>30 分未満 | 1 |
| | 化学防護手袋 | PE, EVOH<br>ラミネート | 480 分超 | 6 |
| E 事業場 | 化学防護服 | ポリエチレン | 10 分超<br>30 分未満 | 1 |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム[e]<br>(塩化ビニル[d]) | 240 分超<br>480 分未満 | 5 |

注　[a]クラス：耐透過性の分類（JIS T 8115 または 8116）
[b]該当せず：耐透過性のクラス 1 相当の基準に達していないことを示す
[c]JIS T 8116 に適合しないポリエチレン手袋
[d]インナー手袋（いずれも JIS T 8116 適合しない）として使用したため 2 枚を重ねて試験実施
[e]化学防護手袋内側に裏布あり

化学防護服は、それぞれの事業場で使用されていた剥離剤に対して、A 事業場が JIS T 8115 の耐透過性のクラス 1 に相当する基準に達していなかった。他の 4 事業場が JIS T 8115 の耐透過性のクラス 1 相当であった。

化学防護手袋は、A 事業場が JIS T 8116 の耐透過性のクラス 2 相当であった。

B 事業場が耐透過性のクラス 4 相当、ポリエチレン手袋は、耐透過性のクラス 2 相当であった。

C 事業場が化学防護手袋とインナー手袋を 2 枚重ねた状態で JIS T 8116 の耐透過性のクラス 4 相当であった。

D 事業場が耐透過性のクラス 6 相当であった。

E 事業場が化学防護手袋とインナー手袋を 2 枚重ねた状態で JIS T 8116 の耐透過性のクラス 5 相当であった。

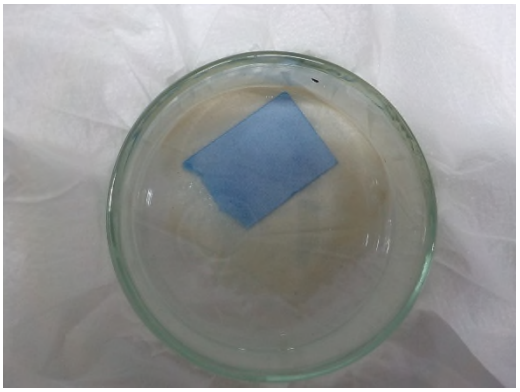


図 16　A 事業場の化学防護服の定性試験で変色したオイル試験紙

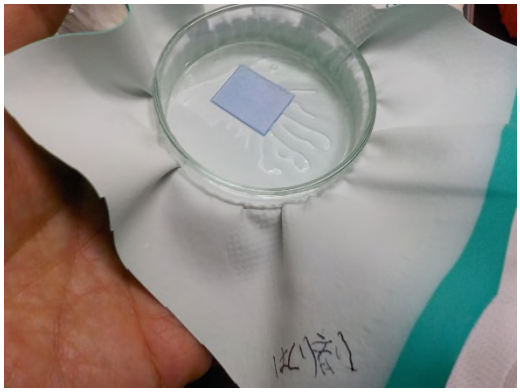


図 17　A 事業場の化学防護手袋の定性試験で変色したオイル試験紙

図 18　B 事業場の化学防護服の定性試験で変色したオイル試験紙

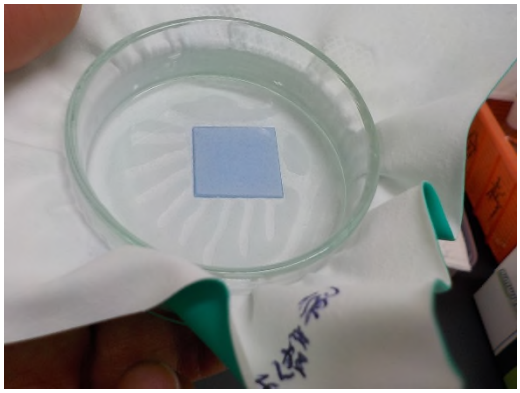


図 19　B 事業場の化学防護手袋の定性試験で変色したオイル試験紙

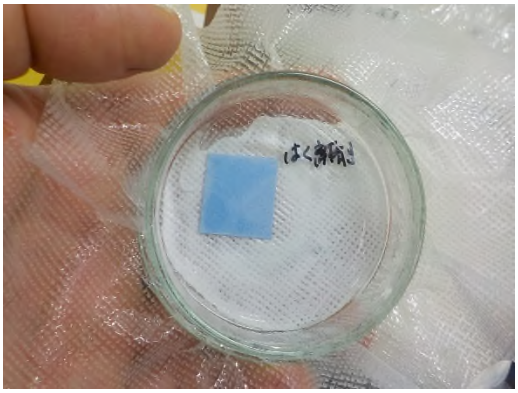


図 20　B 事業場のＰＥ手袋の定性

試験で変色したオイル試験紙

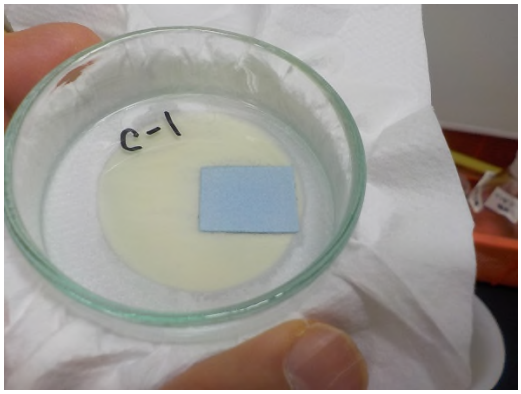



図 21　C 事業場の化学防護服の定性試験で変色したオイル試験紙

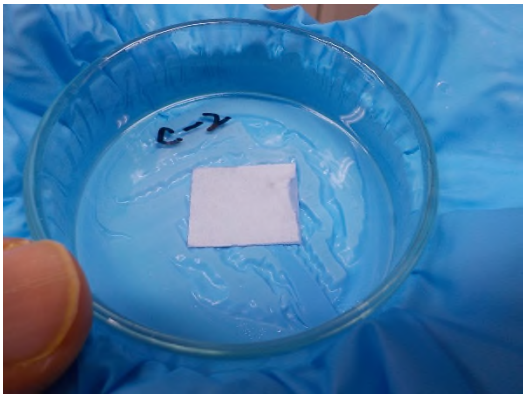



図 22　C 事業場の化学防護手袋の定性試験で変色したオイル試験紙

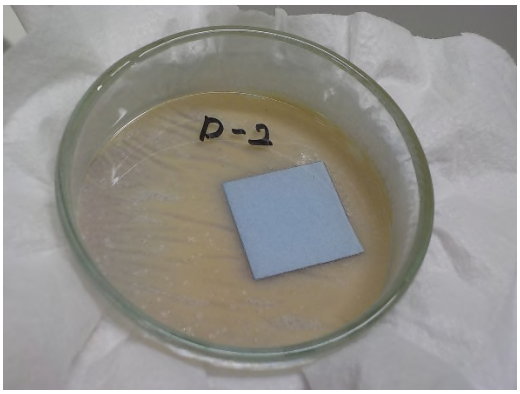



図 23　D 事業場の化学防護服の定性試験で変色したオイル試験紙

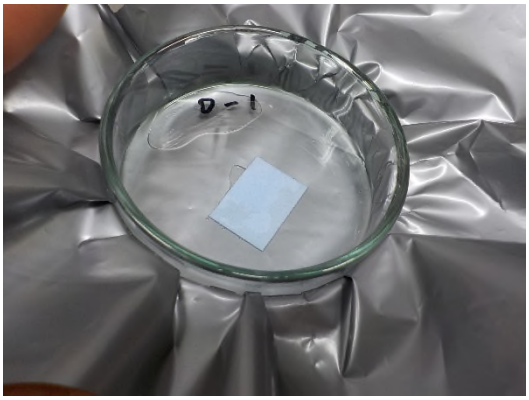



図 24　D 事業場の化学防護手袋の定性試験で変色しなかったオイル試験紙

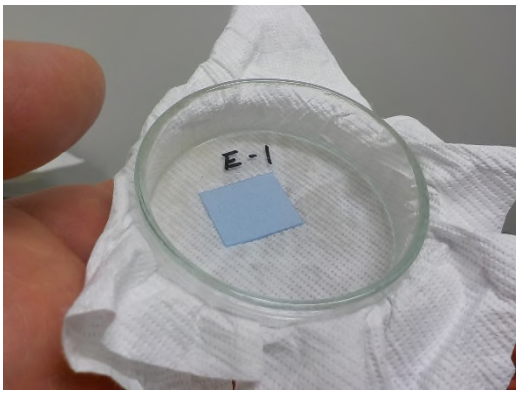



図 25　E 事業場の化学防護服の定性試験で変色したオイル試験紙

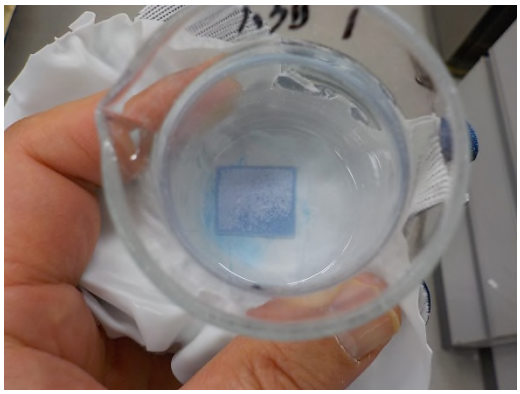


図 26　E 事業場の化学防護手袋の定性試験で変色したオイル試験紙

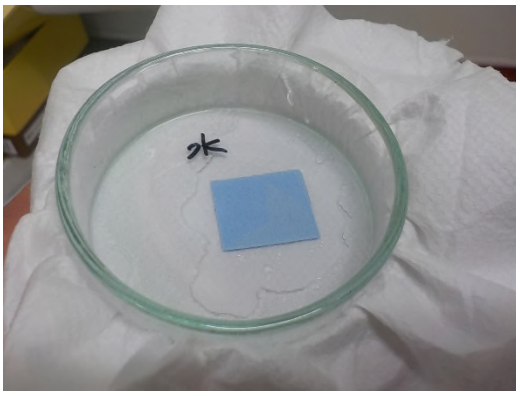



図 27　各素材の耐透過性の定性試験の蒸留水に対するオイル試験紙の例
（A･E 事業場の化学防護手袋を除く）

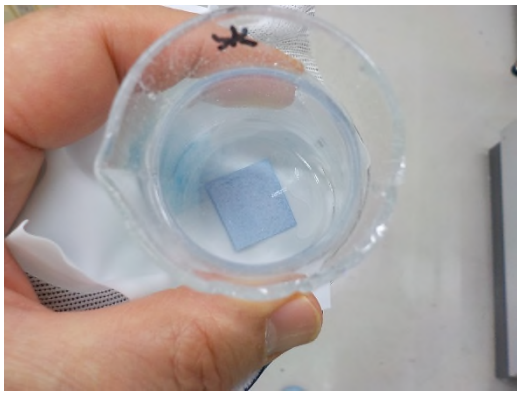



図 28　E 事業場の化学防護手袋の定性試験の蒸留水に対するオイル試験紙がまだらに変色した様子

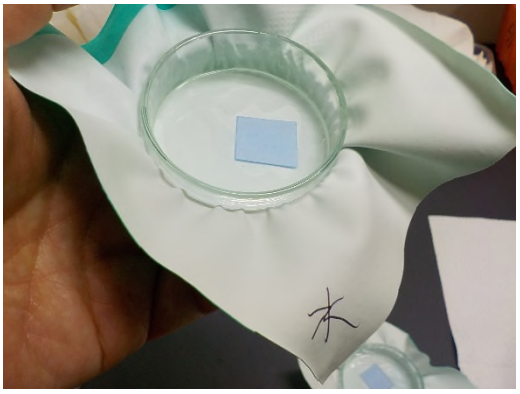



図 29　A 事業場の化学防護手袋の定性試験の蒸留水に対するオイル試験紙の縁が変色した様子

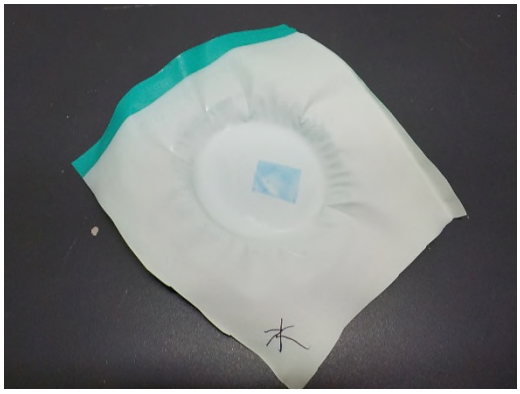



図 30　A 事業場の化学防護手袋の定性試験の蒸留水でオイル試験紙の色が裏移りした様子

（6）吸収缶の残存能力試験結果

作業で使用されていた吸収缶の残存能力試験結果を表 13 に示した。作業者 a、作業者 b、作業者 d-2 および作業者 e-3 が使用した吸収缶のうち、それぞれ使用時間が最も長かった吸収缶の残存能力は、それぞれ 56 %、37 %、13 %および 17 %であった。

なお、給気・ろ過両用式プレッシャデマンド型エアラインマスクを使用されていた作業者 c が 4.5 日間使用された直結小型有機ガス用吸収缶の残存除毒能力をメーカー検査していただいたところ、残存能力は 0 %であった。

また、給気・ろ過両用式プレッシャデマンド型エアラインマスクを使用していた作業者 e-1 のこれまで交換したことのなかった有機ガス用吸収缶について VOC モニターにより破過を確認したところ約 3 ppm の漏れが確認された。

表 13　吸収缶の残存除毒能力試験結果

| 事業場名 | ばく露作業の名称 | 測定日 | 作業者 | 有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具 | 有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具 | 装着時間 | 使用済み吸収缶の最大透過許容濃度までに要した時間 (a) | 未使用吸収缶の最大透過許容濃度までに要した時間 (b) | 吸収缶の残存能 (a)/(b)×100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 装着開始時刻 | 装着終了時刻 | 分 | 分 | 分 | |
| A事業場 | 塗膜かき落とし | 2022/10/6 | a | 13:09 | 14:53 | 104 | 40.5 | 72.0 | 56% |
| B事業場 | 塗膜かき落とし および剥離剤ローラー塗布 | 2022/12/21 | b | 13:06 | 16:25 | 199 | 27.0 | 73.5 | 37% |
| C事業場 | 塗膜かき落とし（エアラインマスク装着） | 2023/8/7 | c | − | − | − | − | − | − |
| D事業場 | 塗膜かき落とし | 2023/9/6 | d−2 | 13:16 | 14:46 | 180 | 9.0 | 71.1 | 13% |
| | | | | 15:14 | 16:44 | | | | |
| E事業場 | 塗膜かき落とし | 2023/9/27 | e−3 | 8:14 | 9:26 | 153 | 12.0 | | 17% |
| | | | | 10:07 | 11:28 | | | | |

7　考察

（1） 経気道ばく露について

全ての作業者の作業時間加重平均濃度は、日本産業衛生学会の勧告する最大許容濃度 25 mg/m$^3$ を上回っていたが、次のことから経気道ばく露はほとんどないと考えられた。

① 隔離区域に出入りするたびに対象作業者に行ってもらった呼吸用保護具のシールチェックの結果は良好であった。

② 有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具の使用後の吸収缶の破過の確認で、VOC モニターで VOC は検知されなかった。

③ 調査時に使用された有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具の吸収缶の内、最も使用時間が長かった吸収缶 1 個について実施した残存能力試験の結果は、作業者 a が残存能力 56 %、作業者 b が残存能力 37 %、作業者 d-2 が残存能力 13 %、作業者 e-3 が残存能力

17 %であり、吸収缶の除毒能力が、作業者 a は 1/2 程度、作業者 b は 1/3 程度、作業者 d-2 は 1/8 程度、作業者 e-3 は 1/6 程度残っていた。

なお、作業者 c および e-1 は、給気・ろ過両用式プレッシャデマンド形エアラインマスクを着用していた。エアーホースの長さおよび供給圧力は、作業者 c が 30～40 m および 0.7 MPa、作業者 d-1 が 30 mおよび 0.5 MPa、作業者 e-1 が 30m および 0.5 Mpa であり、最低必要空気量を確保できていたが、作業区画に出入りする間にエアーホースが接続されていないときが数分間あった。その間に作用者 c および e-1 の呼吸用保護具は、ろ過式呼吸用保護具として機能する状態であったが、有機ガス用吸収缶は破過していたと考えられた。作業者 d-1 は、一定流量形エアラインマスクを着用しており、作業区画に出入りする間のエアーホースが接続されていない数分間あった。これらの作業区画に出入りする間が、ベンジルアルコールへの経気道ばく露がある時間であるが、数分間であるため、ベンジルアルコールばく露量全体に比べれば、それほど大きなばく露ではないと考えられた。

（2） 経皮ばく露について

尿中尿中馬尿酸と尿中ベンジルアルコール濃度の生物学的ばく露指標はないため、この測定結果からばく露評価することはできないが、表 14 に示したとおり、いずれの作業者も起床時よりも終業時の尿中馬尿酸や尿中ベンジルアルコールの濃度が上昇しており、ベンジルアルコールへのばく露があったと考えられた。

表 14　起床時と作業終業時の尿中馬尿酸及び尿中ベンジルアルコール濃度上昇

| 作業場 | 作業者 | 尿中馬尿酸の濃度差 (g/L) | 尿中ベンジルアルコールの濃度差（μg/L） |
|---|---|---|---|
| A 事業場 | a | 3.483 | 1554 |
| B 事業場 | b | 1.296 | 691 |
| C 事業場 | c | 5.180 | 1467 |
| D 事業場 | d-1 | 4.552 | 4348 |
| | d-2 | 8.059 | 3846 |
| E 事業場 | e-1 | 2.293 | 402 |
| | e-3 | 2.726 | 460 |

※ 標準尿比重 1.020 として補正後の濃度差

以下の理由により、全作業者の尿中馬尿酸および尿中ベンジルアルコールの濃度上昇は、経皮ばく露の寄与が大きいと考えられた。

① 「（1）経気道ばく露について」で述べたとおり、経気道ばく露はほとんどないと考えられること。

② 使用されていた化学防護服素材に対する剥離剤の耐透過性試験結果で、ベンジルアルコ

ールに対する耐透過性のクラス 1 の基準に達しておらず、使用されていた剥離剤が化学防護服に触れると速やかにベンジルアルコールが透過していたと考えられること。

③　化学防護服内側のベンジルアルコール濃度測定結果が、気中濃度の 1/3 から 2 倍程度であったこと。特に作業者 a、d-1 および d-2 は、使用した化学防護服の内側を拭き取った試料からもベンジルアルコールが検出されていること。

④　使用されていた化学防護手袋の剥離剤に対する耐透過性試験結果で、ベンジルアルコールに対する耐透過性が、作業者 a の使用していた手袋がクラス 2、作業者 b の使用していた手袋がクラス 3 であり、平均標準破過点検出時間を超えて化学防護手袋を使用していたこと。

⑤　作業者 a は、手部ふき取り試料や使用された化学防護手袋の内側のふき取り試料からベンジルアルコールが検出され、手部および化学防護手袋内側のふき取り試料は、図 31、図 32 に示すように汚れており、剥離作業時に化学防護手袋と化学防護服の隙間から廃塗膜が入り込んだと考えられたこと。

⑥　作業者 d-1 および d-2 の使用していた手袋はクラス 6 であったが、作業後の手袋に穴や裂け目があることを確認し、手袋内側の拭き取り試料には汚れがみられ（図 33、図 34）、手部ふき取り試料や使用された化学防護手袋の内側のふき取り試料からベンジルアルコールが検出されたこと。

図 31　作業者 a の化学防護手袋
左指内側のふき取り試料

図 32　作業者 a の化学防護手袋
右指内側のふき取り試料

図 33　作業者 d-1 の化学防護手袋
左指内側のふき取り試料

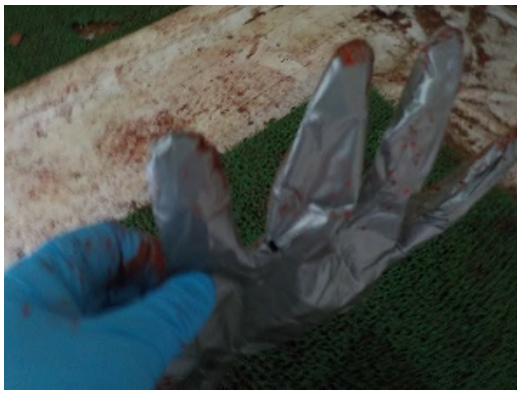


図 34　作業者 d-2 の使用後の
化学防護手袋の裂け目

（3） ベンジルアルコール推定ばく露量について

全作業者の尿中馬尿酸濃度から推定したベンジルアルコールばく露量を表 15 に示した。起床時の尿中馬尿酸量をバックグランド値として作業中および作業終了時の尿中馬尿酸濃度の増加値を計算し、尿中馬尿酸増加量を計算した。計算に当たっては、尿中馬尿酸濃度を尿中クレアチニン濃度で補正した。さらに、尿中馬尿酸増加量の全てが作業中のベンジルアルコールばく露に由来するものとして、ベンジルアルコールの推定ばく露量を計算した。

また、作業者の 8 時間の呼吸量を 10 $m^3$ として各作業者の作業時間における呼吸量を計算し、ベンジルアルコールの肺内保持係数を 100 %として、肺から取り込まれたベンジルアルコールが全て馬尿酸に代謝され尿として排出されると仮定し、計算した気中ベンジルアルコール換算濃度も表 15 に示した。作業者 a の気中ベンジルアルコール換算濃度は、117 $mg/m^3$ とベンジルアルコールの最大許容濃度 25 $mg/m^3$ の 4.67 倍であった。作業者 b の気中ベンジルアルコール換算濃度は、17 $mg/m^3$ とベンジルアルコールの最大許容濃度の 0.69 倍であった。作業者 c の気中ベンジルアルコール換算濃度は、173 $mg/m^3$ とベンジルアルコールの最大許容濃度の 6.93 倍であった。作業者 d-1 の気中ベンジルアルコール換算濃度は、174 $mg/m^3$ とベンジルアルコールの最大許容濃度の 6.97 倍であった。作業者 d-2 の気中ベンジルアルコール換算濃度は、182 $mg/m^3$ とベンジルアルコールの最大許容濃度の 7.27 倍であった。作業者 e-1 の気中ベンジルアルコール換算濃度は、126 $mg/m^3$ とベンジルアルコールの最大許容濃度の 5.04 倍であった。作業者 e-3 の気中ベンジルアルコール換算濃度は、134 $mg/m^3$ とベンジルアルコールの最大許容濃度の 5.38 倍であった。このベンジルアルコール換算濃度は、ベンジルアルコールの肺内保持係数を 100 %、肺から取り込まれたベンジルアルコールが全て馬尿酸として尿から排出されるとして計算したものであり、終業後の尿中馬尿酸については、計算に加えていないことから、全作業者ともより高いベンジルアルコールへのばく露があったと考えられた。

気中ベンジルアルコール濃度は、剥離剤を刷毛またはローラー塗布した作業場の方が吹付け塗布した作業場よりも低かったが、はく離剤をローラー塗布した作業場の作業者 b の作業後の保護具の汚れ具合（図 37、図 38）とその他の作業者の保護具の汚れ具合の比較から、保護具に汚れが多く見られた方が気中ベンジルアルコール換算濃度が高く、保護具の汚れ具合の違いに関係があると考えられた。

また、比較的涼しい時期に調査を行った作業者 a または作業者 b よりも夏期に調査を行ったそれ以外の作業者の方が気中ベンジルアルコール換算濃度が高く、季節による違いの可能性が考えられた。

図 35　作業者 a の使用後の化学防護服

図 36　作業者 a の使用後の化学防護手袋

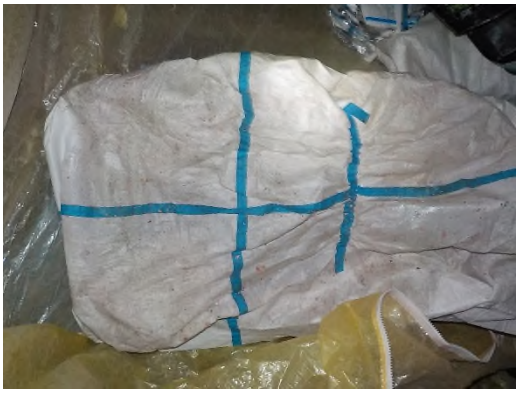


図 37　作業者 b の使用後の化学防護服

図 38　作業者 b の使用後の化学防護手袋

図 39　作業者 c の使用後の化学防護服

図 40　作業者 d-1 の使用後の化学防護服

図 41　作業者 e-3 の使用後の化学防護服

表15　尿中馬尿酸量から計算したベンジルアルコール推定ばく露量と気中換算濃度

| 事業場名 | 測定日 | 作業者 | 採尿時刻等 | 採尿量 mL | 尿中馬尿酸濃度測定結果 g/L | 尿中クレアチニン濃度測定結果 g/L | 尿中馬尿酸濃度/尿中クレアチニン濃度 g/g | 尿中馬尿酸濃度/尿中クレアチニン濃度の増加値(a) g/g | 尿中馬尿酸濃度増加値 g/L | 尿中馬尿酸増加量 g | ベンジルアルコール推定ばく露量(b) g | 作業時間 min | 作業時間における呼吸量(c) $m^3$ | ベンジルアルコール気中換算濃度(d) $mg/m^3$ | （ベンジルアルコール気中換算濃度）/（最大許容濃度） − | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ａ事業場 | 2022/10/6 | a | 起床時 | − | 1.036 | 2.789 | 0.371 | - | - | - | - | - | - | - | - | 注）<br>(a)：起床時の値をバックグラウンド値として増加値を求めた。<br><br>(b)：ばく露したベンジルアルコールが全てが尿から馬尿酸として排出されたとしてベンジルアルコ―ル推定ばく露量を算出した。<br><br>(c)：1日8時間の呼吸量を10 $m^3$ とした。<br>作業時間における呼吸量($m^3$)<br>＝10($m^3$)×（作業時間(min)/480(min)）<br><br>(d)：ベンジルアルコール気中換算濃度＝（ベンジルアルコール推定ばく露量）/（作業時間における呼吸量） |
| | | | 11:51 | 145 | 1.558 | 2.181 | 0.714 | 0.343 | 0.748 | 0.108 | 0.065 | 104 | 2.17 | - | - | |
| | | | 16:07 | 147 | 6.520 | 1.739 | 3.749 | 3.378 | 5.874 | 0.863 | 0.521 | 137 | 2.85 | - | - | |
| | | | - | - | - | - | - | - | 合計 | 0.971 | 0.586 | 241 | 5.02 | 117 | 4.67 | |
| Ｂ事業場 | 2022/12/21 | b | 起床時 | − | 0.366 | 2.121 | 0.173 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | 11:43 | 118 | 0.640 | 2.364 | 0.271 | 0.098 | 0.232 | 0.027 | 0.016 | 171 | 3.56 | - | - | |
| | | | 13:06 | 65 | 0.585 | 1.427 | 0.410 | 0.237 | 0.339 | 0.022 | 0.013 | 0 | 0.00 | - | - | |
| | | | 16:25 | 114 | 1.959 | 2.535 | 0.773 | 0.600 | 1.522 | 0.173 | 0.104 | 199 | 4.15 | - | - | |
| | | | - | - | - | - | - | - | 合計 | 0.222 | 0.134 | 370 | 7.71 | 17 | 0.70 | |
| Ｃ事業場 | 2022/10/6 | a | 起床時 | − | 0.323 | 1.282 | 0.252 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | 11:31 | 170 | 5.838 | 1.938 | 3.012 | 2.760 | 5.350 | 0.909 | 0.549 | 152 | 3.17 | - | - | |
| | | | - | - | - | - | - | - | 合計 | 0.909 | 0.549 | 152 | 3.17 | 173 | 6.93 | |

表15　尿中馬尿酸量から計算したベンジルアルコール推定ばく露量と気中換算濃度

| 事業場名 | 測定日 | 作業者 | 採尿時刻等 | 採尿量 mL | 尿中馬尿酸濃度測定結果 g/L | 尿中クレアチニン濃度測定結果 g/L | 尿中馬尿酸濃度/尿中クレアチニン濃度 g/g | 尿中馬尿酸濃度/尿中クレアチニン濃度の増加値(a) g/g | 尿中馬尿酸濃度増加値 g/L | 尿中馬尿酸増加量 g | ベンジルアルコール推定ばく露量(b) g | 作業時間 min | 作業時間における呼吸量(c) $m^3$ | ベンジルアルコール気中換算濃度(d) $mg/m^3$ | （ベンジルアルコール気中換算濃度）/（最大許容濃度） − | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D事業場 | 2023/9/5 | d-1 剥離剤吹付塗布作業者 | 起床時 | − | 0.132 | 0.307 | 0.430 | - | - | - | - | - | - | - | - | 注）<br>(a)：起床時の値をバックグラウンド値として増加値を求めた。<br><br>(b)：ばく露したベンジルアルコールが全てが尿から馬尿酸として排出されたとしてベンジルアルコール推定ばく露量を算出した。<br><br>(c)：1日8時間の呼吸量を10 $m^3$ とした。<br>作業時間における呼吸量($m^3$)<br>＝10($m^3$)×（作業時間(min)/480(min)）<br><br>(d)：ベンジルアルコール気中換算濃度＝（ベンジルアルコール推定ばく露量）/（作業時間における呼吸量） |
| | | | 12:05 | 385 | 1.705 | 0.783 | 2.178 | 1.748 | 1.368 | 0.527 | 0.318 | 187 | 3.90 | - | - | |
| | | | 14:53 | 320 | 2.512 | 0.455 | 5.521 | 5.091 | 2.316 | 0.741 | 0.447 | 73 | 1.52 | - | - | |
| | | | 16:30 | 90 | 3.810 | 1.175 | 3.243 | 2.813 | 3.305 | 0.297 | 0.179 | 0 | 0.00 | - | - | |
| | | | - | - | - | - | - | - | 合計 | 1.565 | 0.944 | 260 | 5.42 | 174 | 6.97 | |
| | 2023/9/6 | d-2 塗膜かき落とし作業者 | 起床時 | − | 0.080 | 0.796 | 0.101 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | 11:51 | 130 | 4.470 | 2.518 | 1.775 | 1.675 | 4.217 | 0.548 | 0.331 | 174 | 3.63 | - | - | |
| | | | 16:44 | 180 | 9.472 | 1.725 | 5.491 | 5.391 | 9.299 | 1.674 | 1.010 | 180 | 3.75 | - | - | |
| | | | - | - | - | - | - | - | 合計 | 2.222 | 1.341 | 354 | 7.38 | 182 | 7.27 | |

表15　尿中馬尿酸量から計算したベンジルアルコール推定ばく露量と気中換算濃度

| 事業場名 | 測定日 | 作業者 | 採尿時刻等 | 採尿量 mL | 尿中馬尿酸濃度測定結果 g/L | 尿中クレアチニン濃度測定結果 g/L | 尿中馬尿酸濃度/尿中クレアチニン濃度 g/g | 尿中馬尿酸濃度/尿中クレアチニン濃度の増加値(a) g/g | 尿中馬尿酸濃度増加値 g/L | 尿中馬尿酸増加量 g | ベンジルアルコール推定ばく露量(b) g | 作業時間 min | 作業時間における呼吸量(c) $m^3$ | ベンジルアルコール気中換算濃度(d) $mg/m^3$ | （ベンジルアルコール気中換算濃度）/（最大許容濃度） − | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E事業場 | 2023/9/26 | e-1 剥離剤刷毛またはﾛｰﾗｰ塗布作業者 | 起床時 | − | 0.106 | 1.118 | 0.095 | - | - | - | - | - | - | - | - | 注）<br>(a)：起床時の値をバックグラウンド値として増加値を求めた。<br><br>(b)：ばく露したベンジルアルコールが全てが尿から馬尿酸として排出されたとしてベンジルアルコール推定ばく露量を算出した。<br><br>(c)：1日8時間の呼吸量を10 $m^3$ とした。<br>作業時間における呼吸量($m^3$)<br>＝10($m^3$)×（作業時間(min)/480(min)）<br><br>(d)：ベンジルアルコール気中換算濃度＝（ベンジルアルコール推定ばく露量）/（作業時間における呼吸量） |
| | | | 11:18 | 175 | 2.000 | 1.667 | 1.200 | 1.105 | 1.842 | 0.322 | 0.194 | 148 | 3.08 | - | - | |
| | | | 15:24 | 150 | 4.042 | 2.044 | 1.977 | 1.883 | 3.848 | 0.577 | 0.348 | 98 | 2.04 | - | - | |
| | | | 17:00 | 132 | 1.436 | 1.333 | 1.077 | 0.982 | 1.310 | 0.173 | 0.104 | 0 | 0.00 | - | - | |
| | | | - | - | - | - | - | - | 合計 | 1.072 | 0.646 | 246 | 5.13 | 126 | 5.04 | |
| | 2023/9/27 | e-3 塗膜かき落とし作業者 | 起床時 | − | 0.039 | 0.542 | 0.072 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | 11:28 | 218 | 2.033 | 1.281 | 1.587 | 1.515 | 1.941 | 0.423 | 0.255 | 153 | 3.19 | - | - | |
| | | | 15:39 | 152 | 4.466 | 2.289 | 1.951 | 1.879 | 4.301 | 0.654 | 0.395 | 113 | 2.35 | - | - | |
| | | | 17:00 | 60 | 2.749 | 1.846 | 1.489 | 1.417 | 2.616 | 0.157 | 0.095 | 0 | 0.00 | - | - | |
| | | | - | - | - | - | - | - | 合計 | 1.234 | 0.745 | 266 | 5.54 | 134 | 5.38 | |

（4） 除毒能力を有する呼吸用保護具の吸収缶の選択について

作業で使用されていた吸収缶（4 事業場とも同じ吸収缶を使用、防毒マスクの規格による破過（試験ガスシクロヘキサン 300 ppm）時間は 115 分）の破過の確認結果および残存能力試験結果から、ベンジルアルコールを含有する剥離剤を用いた塗膜除去作業で防毒機能を有する呼吸用保護具を使用する場合には、有機ガス用吸収缶が有効であると考えられた。

使用時間が最も長かった吸収缶の残存能力は、作業者 a が 56 %、作業者 b が 37 %、作業者 d-2 が 13 %および作業者 e-3 が 17 %であり、これらから推定した全有効時間は、表 16 に示したとおり、それぞれ 236 分、311 分、207 分および 217 分であった。

A 事業場および B 事業場は比較的涼しい季節に調査が行われ、D 事業場および E 事業場は暑い季節に調査が行われたため、有機ガス用吸収缶の除毒能力は気温が高い場合や湿度が高い場合には低下することから、表 16 に示した残存能力試験結果からの推定全有効時間に季節による差が生じると考えられたが、A 事業場と D 事業場とではベンジルアルコールの個人ばく露測定結果が同じような値であったにもかかわらず、吸収缶の推定有効時間には大差なかった。B 事業場と E 事業場とではベンジルアルコールの個人ばく露測定結果は同じような値であったが、吸収缶の推定有効時間は B 事業場の方が約 1.4 倍長く、暑い季節で除毒能力が低下した結果であった。また、D 事業場と E 事業場とでは、気温や湿度に大差がなく、D 事業場のベンジルアルコールの個人ばく露濃度が E 事業場の約 2.3 倍であったにもかかわらず、吸収缶の推定全有効時間には大差がなかった。

調査結果からは、気温や湿度の高低やベンジルアルコールの個人ばく露濃度に関係は見られず、吸収缶の推定全有効時間が上下しているものもあったことから、気温や湿度の影響やベンジルアルコールの個人ばく露濃度の影響も受けていると思われるが、それ以外の要因によっても吸収缶の除毒能力が上下していると考えられた。

剥離剤を用いた塗膜除去作業時の有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具の吸収缶の使用可能時間は、高温多湿で使用可能時間が短くなると考えられる夏場であっても 3 時間程度であったことから、作業区画内で連続して行う作業時間が 1 時間 30 分から 2 時間程度であったことを考慮すれば、吸収缶の交換管理は、厚生労働省のホームページに掲載されているとおり、「吸収缶やフィルタ等は作業場から離れる度に交換すること。」を守ることが適切であると考えられた。

ただし、換気が良好に行われている作業場にあっては、その交換頻度を少なくすることが可能であるが、その場合には今回と同様な調査を行い、交換頻度の検討を慎重に行う必要がある。

なお、給気・ろ過両用式プレッシャデマンド形エアラインマスクを使用していた労働者の 4.5 日使用した吸収缶は破過していたことから、同エアラインマスクを使用する際にも、有機ガス用吸収缶の交換管理についても適切に行う必要がある。

表16　吸収缶の残存除毒能力試験結果および推定算有効時間

| 事業場名 | ばく露作業の名称 | 測定日 | 作業者 | 有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具<br>装着開始時刻 | 有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具<br>装着終了時刻 | 装着時間<br>分 | 個人ばく露測定結果 | 作業者付近のVOCモニター測定結果 | 吸収缶の残存能力 | 残存能力試験結果からの推定全有効時間<br>分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A事業場<br>17.3 ℃<br>47 % | 塗膜かき落とし | 2022/10/6 | a | 13:09 | 14:53 | 104 | 140 mg/m$^3$<br>(31.7 ppm) | 約37 ppm | 56 % | 236 |
| B事業場<br>9.3 ℃<br>40 % | 塗膜かき落とし<br>および<br>剥離剤<br>ローラー<br>塗布 | 2022/12/21 | b | 13:06 | 16:25 | 199 | 56.5mg/m$^3$<br>(12.8 ppm) | 11.4～15.9 ppm | 37 % | 311 |
| D事業場<br>30.6 ℃<br>50 % | 塗膜かき落とし | 2023/9/6 | d-2 | 13:16<br>15:14 | 14:46<br>16:44 | 180 | 137 mg/m$^3$<br>(31.0 ppm) | －<br>(a) | 13 % | 207 |
| E事業場<br>32.5 ℃<br>44 % | 塗膜かき落とし | 2023/9/27 | e-3 | 8:14<br>10:07 | 9:26<br>11:28 | 153 | 59.4 mg/m$^3$<br>(13.4 ppm) | 18～28 ppm | 17 % | 217 |

(a)：VOCモニターが故障したためデータなし

（５） 化学防護服の選択について

化学防護服の素材の剥離剤に対する耐透過性試験の結果から、JIS T 8115 に適合した化学防護服であったとしても、透湿性のある化学防護服の選択は、不適切であると考えられた。透湿性があるということは、分子レベルで水蒸気が透過することを意味しており、有害物質の蒸気も透過するということは容易に想像することができる。剥離剤は橋梁等の塗膜面を覆っているだけでなく、床一面も剥離剤で覆われた状態になっていた。その中で、膝やおしりをついたり、寝転んで作業を行うこともあり、化学防護服に剥離剤が付着し、更に押し付けられるような状態にもなることから、JIS T 8115 のタイプ 3（液体防護用密閉服）の表示があり、透湿性がなく、着用時間を考慮して剥離剤に対する耐透過性が十分に高い化学防護服を選択する必要があると思われた。ただし、透湿性のない化学防護服の使用は、化学防護服内側の温度上昇と高湿度を招くため、熱中症に十分留意する必要がある。

（６） 化学防護手袋の選択について

作業者 a、b、c、e-1 および e-3 は、ニトリルゴム製の化学防護手袋を使用していた。作業者 a が使用していた手袋は 30～60 分間で、作業者 b が使用していた手袋は 60～120 分間でベンジルアルコールの破過が確認されており、破過時間を超えて作業が行われていたと考えられた。作業者 c が化学防護手袋とインナー手袋を 2 枚重ねた状態で行った耐透過性試験結果は、耐透過性のクラス 4（標準破過点検出時間 120 分超 240 分未満）相当で、一双の手袋での作業時間 61～91 分間に対して、十分に長い時間であった。作業者 e-1 および e-3 が化学防護手袋とインナー手袋を 2 枚重ねた状態で行った耐透過性試験結果は、JIS T 8116 の耐透過性のクラス 6（標準破過点検出時間 480 分超）相当で、一双の手袋での作業時間 21～85 分間に対して、十分に長い時間であった。

なお、作業者 c 、e-1 および e-3 が使用していた化学防護手袋素材の耐透過性試験は、透過試験器および VOC モニターによる簡易試験のみであるが、インナー手袋を 2 枚重ねした時と比べて半分以下とかなり短く、薄手のインナー手袋を装着することによって、ベンジルアルコールが透過するまでの時間を長くすることができていた。ただし、薄手のインナー手袋は、JIS T 8116 適合品ではないため、不浸透性についてメーカーのデータがないことから、その使用を推奨することはできない。

作業者 d-1 および d-2 は、ポリエチレンとエチレンービニルアルコール共重合体のラミネートの化学防護手袋を使用していた。耐透過性試験結果は、JIS T 8116 の耐透過性のクラス 6（標準破過点検出時間 480 分超）相当で、一双の手袋での作業時間 78～100 分間に対して、十分に長い時間であった。しかし、使用後の手袋に穴や切り裂きが見られ、作業に対して手袋の耐久性が不足していると考えられた。一般にビニールシートを張り合わせたラミネートの化学防護手袋は、耐久性に乏しいと考えられるため、剥離剤を用いた塗膜除去作業を行う場合には、その外側に、耐久性のあるゴム系手袋を装着すべきである。綿製の軍手のように剥離剤が浸みてしまう素材の手袋を外側に装着することは、化学防護手袋が常に化学物質にさらされる状態となるため適切ではない。

（７） 作業区画の換気について

養生された密閉空間で剥離剤を用いた塗膜除去作業を行う場合には、「排気装置を設けること。この際、適切な除害装置を有する排気装置の排気口は外部に設けること。」と、「剥離剤を使用した塗膜の剥離作業における労働災害防止について（令和 2 年 8 月 17 日付け 基安化発 0817 第 1 号）」の付属文書「剥離剤等の製剤を用いて塗膜を湿潤な状態にした後、剥離等作業

を行う場合において注意していただきたい事項」にあるところ、D 事業場では図 15 に示したように、排気口が作業区画外ではあるが、隔離区域内に排気口が設けられていた。

作業区画および隔離区域内のベンジルアルコール濃度を下げるために、図 42 に示すとおり、排気口は屋外に設置すべきである。

更に、換気効果を向上させるためには、新鮮な外気を導入する必要がある。例えば、隔離区域の両側で自然換気を行える状態であれば、図 43 に示すとおり、軸流式ファンのような送風機を用いて片側の隔離区域から空気を取り入れ、反対側の隔離区域に空気を流すことによって、換気効果の向上が期待できる。この場合、一定方向に自然の風が流れている現場においては、その気流を利用することも有効である。

作業区画内の有害物質濃度を下げることによって、有毒ガス用電動ファン付き呼吸用保護具の吸収缶の交換頻度を少なくすることが期待できる。

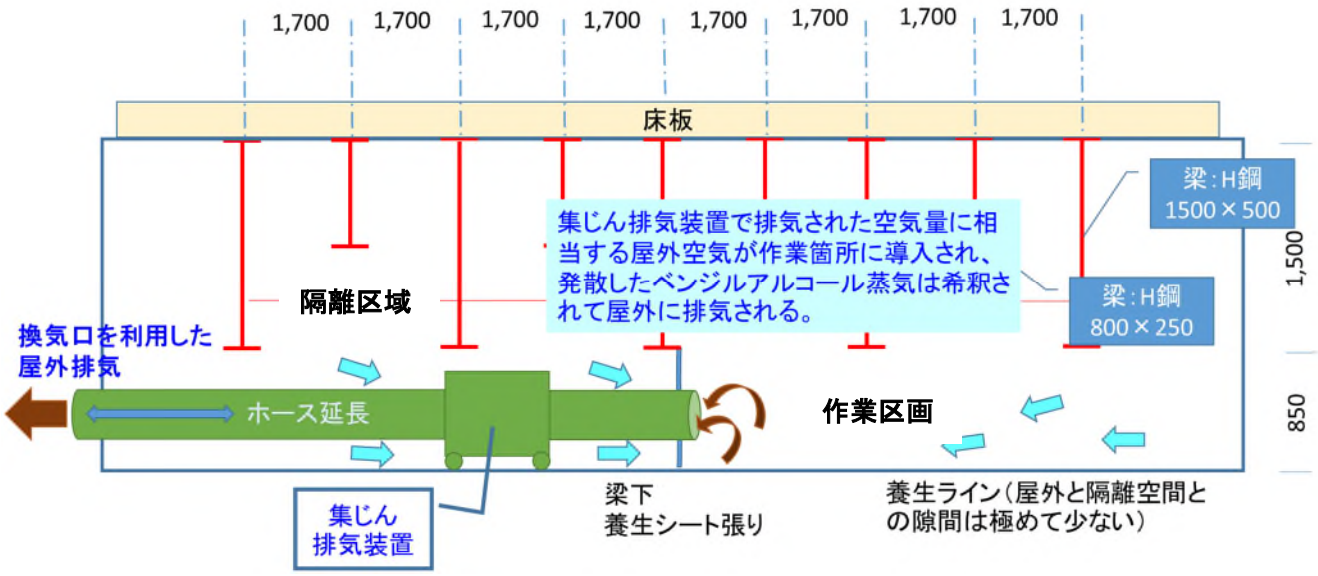



図 42　作業区画内の排気を屋外にする例

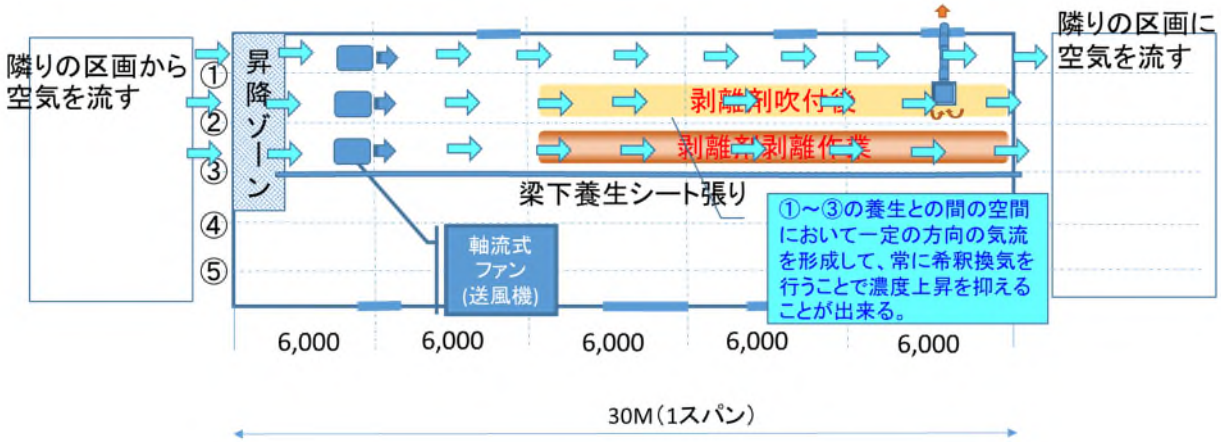



図 43　排気口を屋外に設置し、さらに送風機を利用して換気効果を向上させる例

（８）　化学防護服および化学防護手袋の耐透過性の簡易試験について

ア　透過試験器および VOC モニターによる耐透過性の簡易試験結果

化学防護服および化学防護手袋等の耐透過性試験結果と透過試験器およびVOCモニターによる耐透過性の簡易試験結果の比較を表17に示した。簡易試験結果もJIS T 8030による試験結果とほぼ同様な試験結果であった。令和４年度の試験時には、透過試験器からVOCモニターに接続したシリコーンゴム製チューブにベンジルアルコール等が吸着して、JIS T 8030による方法よりも破過時間が長くなった可能性があると考えられた。これを是正するために、透過性試験器とVOCモニターとを接続するチューブはテフロン製とした効果が見られた。

透過試験器に接続したVOCモニターを使用することで、化学防護服および化学防護手袋素材の耐透過性試験を実施できる可能性があると考えられた。

イ　オイル試験紙を用いた耐透過性の定性試験

化学防護服および化学防護手袋等の耐透過性試験結果とオイル試験紙を用いた耐透過性の定性試験結果の比較を表 18 に示した。オイル試験紙を用いた耐透過性の定性試験は、JIS T 8030 による試験結果とほぼ同様な傾向の試験結果ではあるが、耐透過性のクラスで比較すると全てが完全な一致とはならなかった。ただし、試験方法が簡便であることから、剥離剤の化学防護服や化学防護手袋に対する JIS T 8030 での耐透過性試験を行うかどうかのスクリーニングや耐透過性についての労働衛生教育に活用できる方法であると考えられた。

表 17　JIS T 8030 による耐透過性試験結果と透過試験器および VOC モニターによる耐透過性の簡易試験装置による結果との比較

| 事業場名 | 種類 | 素材 | JIS T 8030 による平均標準破過点検出時間[a] (n=3) | VOC モニターで 0.1 μg/cm²/min が確認された時間[b] (A･B 事業場 n = 3、C～D 事業場 n = 1) |
|---|---|---|---|---|
| A 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 30 分超 60 分未満 (クラス 2) | 60 分超 120 分未満 (クラス 3 相当) |
| B 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 60 分超 120 分未満 (クラス 3) | 210 分超 240 分未満 (クラス 4 相当) |
| | ポリエチレン手袋[d] | ポリエチレン | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) | 10 分超 30 分未満 (クラス 1 相当) |
| C 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム (ニトリルゴム[e]) | 120 分超 240 分未満 (クラス 4 相当) | 120 分超 240 分未満 (クラス 4 相当) |
| D 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) |
| | 化学防護手袋 | PE, EVOH ラミネート | 480 分超 (クラス 6) | 480 分超 (クラス 6) |
| E 事業場 | 化学防護服 | ポリエチレン | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) | 10 分未満 (クラス該当せず[c]) |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム[f] (塩化ビニル[e]) | 480 分超 (クラス 6 相当) | 240 分超 480 分未満 (クラス 5 相当) |

注　(　) 内のクラスは、JIS T 8115 または 8116 の耐透過性の分類

[a] ベンジルアルコールとして透過速度 0.1 μg/cm²/min に達するまでの時間、試験製品 3 点についての平均値

[b] ベンジルアルコール換算値として透過速度 0.1 μg/cm²/min に達するまでの時間

[c] クラス該当せず：耐透過性のクラス 1 の基準に達していないことを示す

[d] JIS T 8116 に適合しないポリエチレン手袋

[e] インナー手袋（いずれも JIS T 8116 に適合しない）として使用したため 2 枚を重ねて試験実施

[f] 化学防護手袋内側に裏布あり

表 18　JIS T 8030 による耐透過性試験結果とオイル試験紙を用いた定性試験結果との比較
（n = 3）

| 事業場名 | 種類 | 素材 | JIS T 8030 による平均標準破過点検出時間[a] | オイル試験紙に変色等が認められた時間[b] |
|---|---|---|---|---|
| A 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満<br>（クラス該当せず[c]） | 10 分未満<br>（クラス該当せず[c]） |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 30 分超<br>60 分未満<br>（クラス 2） | 30 分超<br>60 分未満<br>（クラス 2 相当） |
| B 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満<br>（クラス該当せず[c]） | 10 分超<br>30 分未満<br>（クラス 1 相当） |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム | 60 分超<br>120 分未満<br>（クラス 3） | 150 分超<br>180 分未満<br>（クラス 4 相当） |
| | ポリエチレン手袋[d] | ポリエチレン | 10 分未満<br>（クラス該当せず[c]） | 30 分超<br>60 分未満<br>（クラス 2 相当） |
| C 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満<br>（クラス該当せず[c]） | 10 分超<br>30 分未満<br>（クラス 1 相当） |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム<br>（ニトリルゴム[e]） | 120 分超<br>240 分未満<br>（クラス 4 相当） | 120 分超<br>240 分未満<br>（クラス 4 相当） |
| D 事業場 | 化学防護服 | ポリプロピレン | 10 分未満<br>（クラス該当せず[c]） | 10 分超<br>30 分未満<br>（クラス 1 相当） |
| | 化学防護手袋 | PE, EVOH ラミネート | 480 分超<br>（クラス 6） | 480 分超<br>（クラス 6） |
| E 事業場 | 化学防護服 | ポリエチレン | 10 分未満<br>（クラス該当せず[c]） | 10 分未満<br>（クラス該当せず[c]） |
| | 化学防護手袋 | ニトリルゴム[f]<br>（塩化ビニル[e]） | 480 分超<br>（クラス 6 相当） | 240 分超<br>180 分未満<br>（クラス 4 相当） |

注　（　）内のクラスは、JIS T 8115 または 8116 の耐透過性の分類
[a] ベンジルアルコールとして透過速度 0.1 μg/cm²/min に達するまでの時間、試験製品 3 点についての平均値
[b]試験製品 3 点についての平均値
[c]クラス該当せず：耐透過性のクラス 1 の基準に達していないことを示す
[d]JIS T 8116 に適合しないポリエチレン手袋
[e]インナー手袋（いずれも JIS T 8116 に適合しない）として使用したため 2 枚を重ねて試験実施
[f]化学防護手袋内側に裏布あり

## 8　まとめ

橋梁および歩道橋におけるベンジルアルコールを含有する剥離剤を用いた塗膜除去作業時にばく露実態調査を行い、以下の結果を得た。

① 　ベンジルアルコールの個人ばく露測定結果は、日本産業衛生学会の最大許容濃度を上回ったが、呼吸用保護具が適切に選択・使用されていたと考えられたため、延べ 9 名の作業者は経気道ばく露はほとんどなかったと考えられた。

② 作業で使用されていた吸収缶の破過の確認結果および残存能力試験結果から、ベンジルアルコールを含有する剥離剤を用いた塗膜除去作業で防毒機能を有する呼吸用保護具を使用する場合には、有機ガス用吸収缶が有効であると考えられた。

③ ろ過式呼吸用保護具の有機ガス用吸収缶の交換管理は、厚生労働省のホームページに掲載されているとおり、「吸収缶やフィルタ等は作業場から離れる度に交換すること。」を守ることを原則とすることを推奨する。

④ 化学防護服内側の測定結果および使用されていた化学防護服素材の耐透過性試験結果から、化学防護服を透過したベンジルアルコールによる経皮ばく露の寄与が大きいと考えられた。

⑤ 手部ふき取り試料分析結果および化学防護手袋内側のふき取り試料分析結果から、作業者 a では、化学防護手袋の透過したベンジルアルコールまたは、化学防護服と化学防護手袋の隙間から廃塗膜が入り込みベンジルアルコールに経皮ばく露されたことも疑われた。作業者 d-1 および d-2 では、化学防護手袋の穴または切り裂きから侵入したベンジルアルコールによる経皮ばく露が考えられた。

⑥ 尿中馬尿酸濃度および尿量の測定結果から、延べ 7 名の作業者は少なくとも 0.134～1.341 g のベンジルアルコールばく露があったと考えられた。このばく露量を作業者がばく露された気中ベンジルアルコール濃度に換算すると 17～182 mg/m$^3$ であり、作業者 b を除きベンジルアルコールの最大許容濃度 25mg/m$^3$ を上回った。

⑦ 化学防護服の素材の剥離剤に対する耐透過性試験の結果から、透湿性のある化学防護服の使用は、不適切であると考えられた。JIS T 8115 のタイプ 3（液体防護用密閉服）の表示があり、透湿性がなく、着用時間を考慮して剥離剤に対する耐透過性が十分に高い化学防護服を選択する必要がある。ただし、透湿性のない化学防護服の使用は、化学防護服内側の温度上昇と高湿度を招くため、熱中症に十分留意する必要がある。

⑧ 化学防護手袋の素材の剥離剤に対する耐透過性試験の結果から、剥離剤を用いた塗膜除去作業場で多く使用されている厚さ 0.5 ㎜前後のニトリルゴム製の化学防護手袋だけの装着では、1 回の着用時間を 1.5～2.0 時間とすると剥離剤に対する耐透過性が十分でない可能性がある。厚さ約 0.4 mm のニトリルゴム製の化学防護手袋の内側にインナー手袋として薄手のニトリルゴム製手袋または塩化ビニル製手袋を使用した場合は、1 回の着用時間を 1.5～2.0 時間とすると剥離剤に対する耐透過性が十分であった。ただし、薄手のインナー手袋は、JIS T 8116 適合品ではないため、不浸透性についてメーカーのデータがないことから、その使用を推奨することはできない。

ポリエチレンとエチレンービニルアルコール共重合体のラミネートの化学防護手袋は、耐透過性は十分であるが、使用状態によっては、穴があいたり切り裂きが生じたりして、経皮ばく露をしてしまうことが考えられた。

⑨ 透過試験器 AB-1 に VOC モニターを接続した耐透過性の簡易試験装置で、化学防護服および化学防護手袋素材の耐透過性試験を実施できる可能性があると考えられた。

⑩ オイル試験紙を用いた耐透過性の定性試験は、試験方法が簡便であることから、剥離剤の化学防護服や化学防護手袋に対する JIS T 8030 での耐透過性試験を行うかどうかのスクリーニ

ングや耐透過性についての労働衛生教育に活用できる方法であると考えられた。

以上

別紙１

# 橋梁等における塗料剥離除去作業ばく露実態調査票

## 枠内の白地の部分にご記入ください

| 管理番号 | |
|---|---|

| ご記入日 | | |
|---|---|---|
| | | 年 |
| | | 月 |
| | | 日 |

| 事業場名 | | |
|---|---|---|
| 所在地１<br>（都道府県） | | |
| 所在地２<br>（市区町村） | | |
| 郵便番号 | | |
| 連絡先部署名 | | |
| ご担当者様 | 役職 | |
| | 氏名 | |
| 連絡先 | Tel | |
| | Fax | |
| | e-メール | |

**１．事業場の概要（事業場全体の従業員数をご記入ください）**

| 従業員数 | 名 |
|---|---|

| 事業場の概要 | |
|---|---|

## ３．塗料剥離除去工程全体の概要

| | |
|---|---|
| 工程全体の概要 | ＜塗膜剥離剤を使用した工程のみで結構です＞ |

## ４．塗料剥離除去作業の勤務体制

**日勤とシフト勤務がある場合には、両方にご記入ください。**

日勤

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 始業時刻 | | 時 | | 分 |
| 終業時刻 | | 時 | | 分 |
| 休憩、昼食の時間 | **昼食** | | | 分間 |
| | **午前休憩** | | | 分間 |
| | **午後休憩** | | | 分間 |
| 勤務時間 | | 時間／日 | | 日/週 |

シフト勤務

| | 始業時刻 | | 終業時刻 | | 含まれる休憩時間 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1直 | 時 | 分～ | 時 | 分 | 分間 |
| 2直 | 時 | 分～ | 時 | 分 | 分間 |
| 3直 | 時 | 分～ | 時 | 分 | 分間 |

**３交替以上のシフトの場合、以下にご記入ください。**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4直 | 時 | 分～ | 時 | 分 | 分間 |
| 5直 | 時 | 分～ | 時 | 分 | 分間 |
| 6直 | 時 | 分～ | 時 | 分 | 分間 |

５．塗料剥離除去作業を行う労働者の作業経験年数

| | |
|---|---|
| 1年未満 | 名 |
| 1年以上2年未満 | 名 |
| 2年以上3年未満 | 名 |
| 3年以上4年未満 | 名 |
| 5年以上 | 名 |
| 合計 | 名 |

６．作業毎の状況

作業毎の状況(1)

| | 作業No. | 作業01 | 作業02 | 作業03 |
|---|---|---|---|---|
| 1作業工程 | (1)ばく露作業の名称 | | | |
| | (2)作業場の名称 | | | |
| | (3)作業の概要 | | | |
| | (4)従事する作業者の数　人 | | | |
| | (1)1日あたりの塗膜取扱い量<br>単位（g/日、kg/日、t/日、L/日、㎥/日など） | /日 | /日 | /日 |
| | (2)塗膜中の鉛含有率（重量%） | % | % | % |
| | (3)塗膜中のクロム含有率（重量%） | % | % | % |
| | (4)塗膜中のPCB含有率（mg/kg） | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| | (5)塗膜剥離剤のメーカー名・製品名 | | | |
| | (6)塗膜剥離剤中のベンジルアルコール含有率（重量%） | % | % | % |
| | (7)塗膜除去作業時の作業温度（常温／〇〇〇℃） | 常温・　℃ | 常温・　℃ | 常温・　℃ |
| 3作業環境 | (1)作業場所　１特定／２不特定 | | | |
| | (2)屋内・屋外の別　１屋内／２屋外 | | | |
| | (3)作業場の広さ | ㎡ | ㎡ | ㎡ |
| | (4)作業場の容積 | ㎥ | ㎥ | ㎥ |
| | (5)出入口　１開放／２通常閉 | | | |
| | (6)窓、換気口等　1通常開／2通常閉／3無し | | | |
| | (7)全体換気量　$m^3$/min | ㎥/min | ㎥/min | ㎥/min |
| | (8)作業場の気中ベンジルアルコール濃度の測定実績　１有／２無 | | | |
| 4作業内容 | (1)作業方法<br>１完全自動化／２機械作業／３手作業 | | | |
| | (2)１回あたりの作業時間<br>秒/回、分/回、時間/回 | /回 | /回 | /回 |
| | (3)１日あたりの作業回数　回/日 | 回/日 | 回/日 | 回/日 |
| | (4)作業頻度（〇〇日／週） | 日/週 | 日/週 | 日/週 |

作業毎の状況(2)

| | 作業No. | 作業01 | 作業02 | 作業03 |
|---|---|---|---|---|
| ５発生源対策 | (1)排気装置等<br>１密閉化/２局所排気装置/３プッシュプル<br>４全体換気装置/５その他/６無し | | | |
| | その他の場合　名称 | | | |
| | (2)排気装置等の点検状況<br>１毎日／２毎週／３毎月／４毎年／５無し | | | |
| ６保護具の使用 | (1) マスクの使用<br>１エアライン／２防じん<br>／３防じん機能付防毒／４防毒<br>／５電動ファン付き呼吸用保護具<br>６その他　７なし | | | |
| | その他の場合　名称 | | | |
| | (2)マスクの使用頻度<br>１常時／２必要時 | | | |
| | (3)マスクの点検状況<br>１定期／２不定期／３無し | | | |
| | (4)マスクのフィルターや吸収缶の交換頻度<br>１ 毎日 ／ ２ 半日毎 ／ ３ その他 | | | |
| | (5)マスクフィットテストの実施状況<br>１有／２無 | | | |
| | (6)保護手袋の使用　１有／２無 | | | |
| | 保護手袋の製品名 | | | |
| | (7)保護手袋の使用頻度<br>１常時／２必要時 | | | |
| | (8)保護手袋の使用の有無にかかわらず、剥離剤や除去した塗膜に直接触れる作業の有無<br>１有／２無 | | | |
| | (9)保護手袋の更新<br>1定期更新／2点検の上更新/3使用都度廃棄 | | | |
| | (10)保護手袋の洗浄<br>1使用都度洗浄/2作業終了後洗浄<br>3不定期に洗浄/4洗浄せず廃棄/5使い捨て式 | | | |
| | (11)保護衣の使用　１有／２無 | | | |
| | 保護衣の製品名 | | | |
| | (12)保護衣の使用頻度<br>１常時／２必要時 | | | |
| | (13)保護衣の更新<br>1定期更新／2点検の上更新/3使用都度廃棄 | | | |
| | (14)保護衣の洗浄<br>1使用都度洗浄／2作業終了後洗浄<br>3不定期に洗浄／4洗浄せず廃棄/5使い捨て式 | | | |
| | (15)送風機能のある服の使用<br>１有／２無 | | | |
| | 送風機能のある服の製品名 | | | |
| | (16)靴の種類　（材質、形状を記載） | | | |
| ７その他 | 作業手順書の整備状況<br>１有／２無 | | | |

**別紙２**

# 経皮ばく露実態調査対象者説明資料

令和５年度労働災害防止補助事業「中小規模事業場における化学物質のばく露防止手法の検討」における「経皮ばく露実態調査」へのご協力について

調査実施機関：中央労働災害防止協会
労働衛生調査分析センター
所　在　地：東京都港区芝 5-35-2

＜はじめに＞

近年化学物質の経皮吸収による発がんが懸念される事案が発生しています。このような状況を踏まえ、厚生労働省では、特に経皮ばく露による健康障害が懸念される化学物質について、労働者のばく露実態調査を実施すること等により、有害化学物質管理対策の一層の推進を図るものといたしました。

今般、私どもが標記事業を受託し、事業場等における調査対象物質の経皮ばく露に係る実態調査を行うものとなりました。

つきましては、有害化学物質管理対策の一層の推進に資するため、今般の調査内容をご理解のうえ、ご協力いただきますようお願い申し上げます。

１．調査期間

令和５年７月 31 日から令和６年２月 28 日

２．調査対象化学物質

ベンジルアルコール

３．ご協力いただきたいこと

（１）経皮ばく露の程度を評価するための試料採取

ア　個人ばく露濃度測定

イ　作業衣等の外側、作業衣の内部の濃度測定

ウ　表出部（額、首筋部）に付着している調査対象物質の量の把握のための拭き取り

エ　手部に付着している調査対象物質の量の把握のための拭き取り

オ　調査対象物質の保護手袋・化学防護服内部への浸潤を把握するための保護手袋・化学防護服内部の拭き取り

カ　尿中ベンジルアルコール量、尿中馬尿酸測定のための尿採取

（２）上記（１）ア～カで得た試料の調査対象物質を分析し、その結果を学識者によって構成された委員会において検討、評価するための検査値として活用すること。

●ご協力いただける際は、同意書に署名いただきご提出をお願いいたします。

経皮ばく露実態調査内容、情報の取扱い等に関する説明

＜試料採取等の目的＞

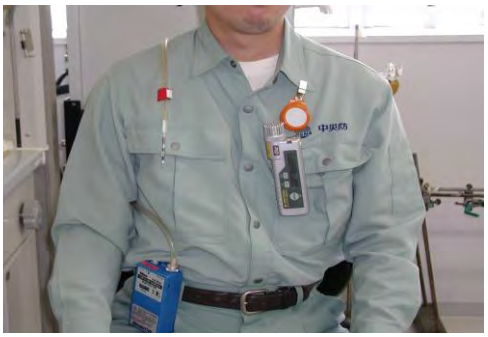
経皮による吸収が懸念される調査対象化学物質について、個人ばく露濃度測定、生体試料等の採取などを実施・分析し、得られた結果等から実際の作業における経皮ばく露の程度を把握します。

調査した結果等は当協会に設置された学識者で構成する委員会で経皮ばく露について検討、評価するための一資料として活用され、検討、評価された結果は今後の有害化学物質管理対策推進のための一役を担います。

１．経皮ばく露実態調査に係る調査項目

（１）個人ばく露濃度測定

小型（数百グラム程度）のポンプを腰に、サンプラーを襟元周辺に装着していただき、１日の就業時間を通じて空気中の対象化学物質を捕集し、呼吸域の対象化学物質の就業時間平均濃度を求めます。



＜個人ばく露濃度測定＞

調査対象作業者は作業開始時に測定機器を装着していただき午前中の測定を行います。また、昼食休憩に入る際、ポンプごとサンプラーを外します。昼食休憩後に改めてポンプ及びサンプラーを装着し、午後の測定を行います。作業終業時（調査終了時）に測定機器を取り外し、１日の測定を終了します。

（２）作業衣等の外側、作業衣の内部の濃度測定

保護衣を着用して対象物質を取り扱う作業者においては、①保護衣の外側、②保護衣と作業衣の間、③作業衣と肌着等の間に対象物質を有効に捕集できるサンプラー（パッシブサンプラー）を就業時間中装着します。

保護衣の着用のない場合は、①作業衣の外側、②作業衣の内側、③肌着等に装着します。

これらの試料の濃度分析を行い、対象物質の浸透、透過の程度を把握します。

＜作業衣内部の測定＞

（３）保護具等から表出している部位の試料採取

昼食休憩等の前及び作業終了時の２回、保護具等に覆われていない部位（額、首筋部）を、表出部の採取をします。これを試料として不織布ガーゼ中の調査対象物質の量を測定し、経皮吸収に係るばく露の程度の一資料とします。

＜表出部の拭き取り採取＞

（４）手部の試料採取

昼食休憩等の前及び作業終了時の２回、左右の手部を水で湿らせた不織布ガーゼで拭き取り、試料採取します。これを試料として不織布ガーゼ中の調査対象物質の量を測定し、経皮吸収に係るばく露の程度の一資料とします。

＜手部の拭き取り採取＞

（５）保護手袋・化学防護服内部の試料採取

保護手袋を使用して作業を行っている場合、昼食休憩等の前及び作業終了時の左右の保護手袋の内側の手指部分を水で湿らせた綿棒で拭き取り、試料採取します。化学防護服を使用して作業を行っている場合、昼食休憩等の前及び作業終了時の化学防護服外側にベンジルアルコールが多く付着していると思われる化学防護服内側のひざの部分やおしりの部分などを水で湿した不織布ガーゼで拭き取り、試料採取します。これらを試料として綿棒および不織布ガーゼ中の調査対象物質の量を測定し、保護手袋・化学防護服内部の調査対象物質の浸潤の程度をみる一資料とします。

（６）生物学的モニタリングのための尿採取

作業開始前（定時就業開始時）、休憩前または休憩後及び作業終了時（定時就業終了時）の終業時間中の全ての尿を採取し、尿量を測定します。分析に供するのは、１回につき 50ml 程度です。

これを試料として、尿中ベンジルアルコール量および尿中馬尿酸量を測定することにより、体内に取り込まれた対象化学物質の量の推定をします。（これを「生物学的モニタリング」といいます。）また、分析して得られた測定値を補正するために、尿の濃度を知るため、尿量、尿比重測定、尿クレアチニン測定を併せて実施します。

【生物学的モニタリングとは】
労働衛生分野における生物学的モニタリングとは、血液や尿、呼気、毛髪などの生体試料を検査することによって化学物質の体内への吸収量や生体影響を把握することです。化学物質は呼吸器や皮膚から体内に吸収された後、血液と共に体内を循環し、各臓器に到達します。化学物質の一部は主に肝臓で代謝・抱合され、腎臓を経由し、尿中に排出されます。
なお、生物学的モニタリングは、作業者の血液、尿などに含まれる化学物質の代謝物等を分析し、その値によってばく露量の程度を評価することなので、作業者が健康かどうか直接評価するものではありません。(「職場のあんぜんサイト」より抜粋、一部改変)

（７）その他の測定等

ア　スポット測定

対象化学物質取扱い作業において、作業者へのばく露が高いと思われる作業等について、その作業者位置付近等にサンプラーを設置し、測定を行います。

イ　タイムスタディー（作業者の行動記録）

調査対象作業者の調査対象物質の取扱い時間、保護具（防毒マスク、防護手袋等）の着用状況や着用時間などについて調査担当者が１日を通じ観察または聞き取りを行い、記録します。

ウ　必要に応じ局所排気装置等の風向、風速測定

２．調査担当者の新型コロナ等感染症対策について

当該調査では、調査担当者が作業場へ立ち入り種々の測定等を実施することを予定します。構内入場に際しての感染症防止対策については、貴社のルール及び弊協会のルールに沿って行動いたします。

３．採取した試料分析について

上記で採取した①個人ばく露測定、②作業衣等の外側及び内部の濃度測定、③表出部（額、首筋部）試料、④手部の拭き取り試料、⑤保護手袋および化学防護服内部の試料、⑥スポット測定及び⑦尿試料に関し、①～⑥の試料は調査対象化学物質（ベンジルアルコール）のみを分析し、⑥においては、尿中ベンジルアルコール量および尿中馬尿酸量ならびに、尿量、尿比重およびクレアチニン量のみを測定します。それぞれの試料から得られるその他の分析は一切行いません。

４．結果の用途

調査した分析結果は、当協会に設置した委員会（学識者等によって構成された委員会）において検討、評価するための情報として活用します。最終的には当該事業の「実施結果報告書」の資料の一部として使用します。

５．個人情報の取り扱いについて

当該事業の研究対象者から収集する情報は、①事業場名、②氏名、③性別、④身

長、⑤体重、⑥個人ばく露測定値、⑦作業衣の外側、内側の濃度測定値、⑧皮膚から拭き取り採取した調査対象物質の量、⑨保護手袋・化学防護服内部を拭き取り採取した調査対象物質の量、⑩尿中ベンジルアルコール量および尿中馬尿酸量、⑪尿比重測定値、⑫尿クレアチニン量、⑬尿量です。

①及び②の情報は⑥～⑬の試料等を分析測定する前の段階でコード化され、③～⑫の情報は、コード化された①及び②の情報と連結した情報（以下、「仮名加工情報」）として取扱います。③～⑤の情報は体表面積算出に使用します。

⑥～⑪の試料は、当協会内の分析部門で分析されますが、試料ごとに付与した番号・記号により分析依頼するため、分析を担当する者が個人情報を知り得ることはありません。⑫の試料は委託契約した外部の臨床検査機関へ分析依頼しますが、臨床検査機関への検体試料の提供に際しては、記号化した個人情報に連結した試料として分析依頼するため、外部検査機関が個人情報を知り得ることはありません。

研究対象者個人が特定できる情報は、当協会情報セキュリティー規程で定められた情報セキュリティー担当者（労働衛生調査分析センター健康開発課長）が管理します。紙媒体の情報は鍵の掛かる保管棚で管理し、電子媒体の情報はパスワードを施した所定のフォルダにて管理します。

当該調査のための情報整理、解析等を行うＰＣは、社内システムによりインターネットと切り離されたＰＣを使用します。研究者同士の情報のやり取りは社内 LAN の所定のフォルダのみで作業を行い、ファイルにはパスワードを施し、情報整理、解析等を担当する者のみしか作業ができないようにします。

当該調査において収集した情報は、調査実施の証として「調査結果報告書」を作成します。当該報告書の作成に際し、仮名加工情報を用いて作成いたします。

また、収集した情報は、委員会で評価・検討するための資料の一部として使用します。資料作成に際し、仮名加工情報により資料を作成するため、委員会に出席する委員等が個人情報を知り得ることはありません。

これらの方法により、当該調査で収集した情報は、個人が特定されるような情報が部外に漏洩することが絶対ないよう細心の注意を払うものといたします。

なお、作成した「調査結果報告書」の写しを当該事業のご担当者様宛にご報告するものとしています。

６．学問的な発表について

取りまとめた成果物については厚生労働省および事業場担当者に報告し、また厚生労働省と協議の上、中災防 WEB 上に掲載して公表します。

なお、当該事業から得られた情報を基に、学会等で発表する場合が考えられます。この場合、当協会の倫理審査結果に基づき、個人が特定できないように加工された情報を用いて解析された結果として発表いたします。

7．本調査から調査対象者に生じうる負担、予測されるリスク及び利益、これらの総合的評価並びに当該負担及びリスクを最小化する対策について

（1）調査対象者に生じる負担並びに予想されるリスク

ア　当該調査が事業場の当該調査担当者等を経由して調査協力してもらうものであるため、場合によっては業務指示的により調査協力することが想定されます。このため、研究に協力すること自体への不本意、これに伴う心理的負担が生じる可能性があります。

イ　個人ばく露測定及び作業衣等の外側・内側測定においては、通常の作業では装着しないポンプ、サンプラーを装着することから、装着すること自体の違和感から作業効率の低下、作業ミスを生じる可能性があります。

ウ　タイムスタディーにより、調査担当者が調査対象者の近辺で作業を観察することになります。このため、「観察されている」というストレスから作業効率の低下、作業ミスを生じる可能性があります。

エ　個人ばく露測定に係るサンプラーの脱着による作業時間の損失、昼食休憩前および作業終了時にサンプラー等の取り外し、表出部（額、首筋部）の拭き取り、手部の拭き取りを行うことから、昼食休憩前では作業時間の損失または昼食休憩時間の短縮が想定され、作業終了時では作業時間の損失が想定されます。

オ　作業開始前、休憩前または休憩後及び作業終了時の尿の採取において、健康診断時等で尿の採取はあるものの、普段の生活では第３者に自身の尿を提供することはないというストレス及び尿を採取する時間に合わせての配慮（排尿を我慢するなど）によるストレスが想定され、これらの行為全般による煩わしさに伴う心理的負荷が生じる可能性があります。

カ　生物学的モニタリングの検査値等が高値であった場合、調査対象物質が体内に一定以上摂り込まれたことが想定される。これにより、調査対象物質を起因とする将来的な健康影響への不安感等の心理的負担が生じる可能性があります。

キ　当該調査で収集した情報を取りまとめ、「調査結果報告書」を作成します。あわせてその写しを当該事業のご担当者様宛にご報告するものとしています。このため、調査対象者においては、事業所内で結果報告書の写しが閲覧可能な方々（事業所の長、管理部門の長、衛生管理者、産業医等を想定）に結果等が分かってしまうことへの心理的負担が生じる可能性があります。

（2）調査対象者が生じる利益

当該調査を実施した結果、調査対象化学物質にばく露している程度が低いと判断された場合、調査対象物質による健康障害発症のリスクは低いと考えられることによる安堵感を得ることができると考えます。一方、調査対象化学物質にばく露している程度が高いと判断された場合、事業者責務として作業環境改善、作業改善に繋がる可能性があります。これにより、調査対象物質を含めた健康障害発症のリスクの低い作業場形成に繋がる可能性があります。

（3）調査対象者がリスク及び利益に係る総合的評価

調査対象物質による健康障害発症のリスクの程度により安堵感または作業環境改善、作業改善に繋がるきっかけ作りに寄与したという満足感を得ることが考えられるものの、サンプラーの装着や生物学的モニタリングのための試料採取に伴う煩わしさ、さらに調査結果次第では健康影響への不安感等から調査対象者が得る利益より、心理的・身体的負担によるリスクが上回ることが考えられます。

（4）リスクを最小化する対策

ア　サンプラー装着に伴う違和感や作業への支障等に対して、調査担当者はタイムスタディーにより調査対象者の作業の邪魔にならない位置で作業等を観察している。これにより、申し出があればいつ何時でもサンプラー位置の変更や場合によっては調査を中止するなど直ちに対応し、作業への支障等に配慮するものといたします。

イ　インフォームド・コンセントにより、当該調査の十分な説明を行い、調査対象者となることのリスク、利益、不利益を理解してもらうことによって調査対象者が受けるリスクの最小化を図ります。

ウ　調査結果で生じた疑義、健康影響等に係る不安等については当該事業の事務局が相談対応し、調査結果に対するリスクの低減を図ります。

8．調査終了後の試料・情報の取扱いについて

（1）分析した試料

分析した試料（個人ばく露測定で用いた活性炭管等、パッシブサンプラー、不織布、綿棒）は不特定多数の廃棄物保管容器に廃棄され、一定量満たされたところで産業廃棄物として処理します。生物学的モニタリング試料は当協会分析部門の作業標準書に基づき 2 週間冷凍保管され、その後不特定の感染性廃棄物として処理します。

（2）調査対象者が特定できる資料

調査対象者個人が特定できる資料（紙媒体）は、当協会情報セキュリティー規程により、鍵の掛かる保管棚にて当該調査実施部所の情報セキュリティー担当者が管理いたします。社内 LAN の所定のフォルダ上の情報（電子媒体）は、今年度末までの当該事業終了後速やかに CD へ移動し、社内 LAN 上で使用したフォルダを削除します。

CD へ移動した情報は当該調査実施部所の情報セキュリティー担当者が管理し、文書管理規程により 5 年間保管されたのち、廃棄業者を通じて溶解処分いたします。

なお、使用した PC 及び HDD は最終的に機器更新の際に物理的に破壊されます。

9．同意の撤回について

この調査に同意した後、令和 6 年 3 月 10 日（当該調査に係る情報の取扱いが可能な期限）を期限として、いつでも同意を撤回することができます。また、撤回し

たからといって、不利益が生じることはありません。該当する情報及び試料は速やかに削除、廃棄等の処置をいたします。ただし、他の検査値等と集計され、公表のための報告書がすでに作成された場合などは情報の削除処理ができないため、調査情報の一部として使用いたしますこと予めご了承ください。

10．当該調査に係る倫理について

（１）調査計画

当該調査は「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」に準拠して実施いたします。上述した試料採取等については当協会倫理審査委員会にて科学性及び倫理性について審査を受け、承認を得ています。

（２）説明と同意

この調査説明書にて調査内容を説明し、同意書への自署をもって調査協力への同意と致します。調査へのご協力はあなたの自由意思であり、同意されなくても不利益を受けることはありません。また、同意された後でも、同意撤回書への自署をもって、なんの制約もなく同意を撤回することができます。

【当該調査に関する相談、問合せ先】

中央労働災害防止協会　労働衛生調査分析センター
「経皮ばく露実態調査」担当　●●●●
TEL　03-3452-3979　FAX　03-3452-4807

**別紙３**

**橋梁等における塗料剥離除去作業ばく露実態調査**

# 採尿にあたってのお願い

橋梁等における塗料剥離除去作業ばく露実態調査にご協力をいただき、誠にありがとうございます。

今回の調査では、尿中の馬尿酸濃度とベンジルアルコール濃度を測定させていただき、塗膜剥離剤に含まれるベンジルアルコールに多くばく露されていたか、ほとんどばく露されていなかったか等を評価することを予定しています。

馬尿酸は、果物や梅干しを食べたり清涼飲料水などを飲んだりすることによっても、尿から検出されます。ベンジルアルコールにばく露されていないのにも関わらず、尿中馬尿酸濃度の測定結果が高くなってしまうことがありますので、調査当日の朝から果物や梅干しを食べたり、ジュース、炭酸飲料、コーヒーを飲んだりしないようにお願いいたします。

水、お茶、スポーツドリンクは、お飲みいただいても結構です。

なお、前日の食事や飲酒、飲み物の制限はありませんが、暴飲・暴食をされないようにお願いいたします。

よろしくお願い申し上げます。

中央労働災害防止協会　労働衛生調査分析センター
「橋梁等における塗料剥離除去作業ばく露実態調査」
担当　●●●●
TEL：03-3452-3063
FAX：03-3452-4807

**別紙４**

橋梁等におけるベンジルアルコールを含有する剥離剤による塗膜除去作業時の労働衛生保護具の選択と使用等について

剥離剤等の製剤を用いて塗膜を湿潤な状態にした後、塗膜除去作業（以下「湿式塗膜除去作業」という。）を行う場合の労働者の健康障害防止措置については、「剥離剤を使用した塗膜の剥離作業における労働災害防止について（令和２年 基安化発 0817 第１号）」（以下「剥離剤通達」という。）に示されているところですが、ベンジルアルコールを含有する剥離剤（以下「剥離剤」という。）による塗膜除去作業時の適切な労働衛生保護具（以下「保護具」という。）の選択方法と保護具の着脱方法について、令和４年度および令和５年度に実施した橋梁等におけるばく露実態調査結果を踏まえて検討を行い、これをとりまとめた。

１　保護具の選択方法について

（１）呼吸用保護具について

ア　剥離剤の吹付塗布作業を行う作業者

剥離剤の吹付塗布作業を行う作業者については、剥離剤通達に送気マスクを使用させ、保護眼鏡を使用させるとあることから、全面形面体を有するものを推奨する。また、長い距離を移動する時のホースの切り替えや給気が途絶したときのために防じん機能付き有機ガス用吸収缶を装着することができる給気・ろ過両用形の全面形面体を有するプレッシャデマンド型もしくは一定流量型エアラインマスクまたは電動送風機型ホースマスク（いずれも指定防護係数は 1,000）を推奨する。

イ　剥離剤の吹付作業以外の作業を行う作業者

剥離剤の吹付作業以外の作業を行う作業者には、気中有害物質濃度に対応した呼吸用保護具を使用させる必要がある。剥離剤にはベンジルアルコールのほか有機化合物が含まれているため、アで示した送気マスクまたは、防じん機能付き有機ガス用吸収缶を装着した防毒マスクもしくは、防毒機能を有する電動ファン付き呼吸用保護具を使用させる。保護眼鏡の使用についても剥離剤通達にあることから、全面形面体を有するものを推奨する。

表１　湿式塗膜除去作業時の推奨する呼吸用保護具

| | 推奨する呼吸用保護具 |
|---|---|
| 剥離剤吹付塗布作業を行う作業者 | 送気マスク（全面形面体を有する防じん防毒併用カートリッジ付プレッシャデマンド型もしくは一定流量型エアラインマスクまたは電動送風機型ホースマスク（いずれも指定防護係数は1,000）） |
| 上に示した作業以外の作業を行う作業者 | 上に示した送気マスクまたは、防じん機能付き有機ガス用吸収缶を装着した全面形面体を有する防毒マスクもしくは、防毒機能を有する電動ファン付き呼吸用保護具 |

（２）化学防護服について

剥離剤に含まれる化学物質に対する耐透過性のある化学防護服を選択する必要がある。JIS T 8115：2015 化学防護服に関する規格によるタイプ 3（液体防護用密閉服）、タイプ 4（スプレー防護用密閉服）、タイプ 5（浮遊固体粉じん防護用密閉服）およびタイプ 6（ミスト防護用密閉服）の表示があることが必要である。ただし、透湿性があるとされている化学防護服は、分子レベルで化学物質が透過してしまうので使用することはできない。透湿性がなく、着用時間を考慮して剥離剤に対する耐透過性が十分に高い化学防護服を選択する必要がある。

なお、透湿性の無い化学防護服は通気性が悪いことから、化学防護服の内側に冷却した空気を送気することができるボルテックスチューブ（商品名：クーレット、冷却ベストなど）を使用する、化学防護服の内側に冷却水を循環（商品名：水冷服、水冷ベスト、冷却ベストなど）させる、保冷剤を装着させたりするなどの熱中症予防対策が必要である。

（３）化学防護手袋について

剥離剤に含まれる化学物質に対する耐透過性の高い化学防護手袋を選択する必要がある。令和 4 年度のばく露実態調査では、ニトリルゴム製手袋内側からベンジルアルコールが検出されており、耐透過性試験の結果は、クラス 3（標準破過点検出時間が 60 分以上 120 分未満）であった。ニトリルゴム製の手袋を使用する場合には、透過が起こる前に手袋を交換するか、剥離剤に含まれる化学物質に対する耐透過性の高いインナー手袋を使用することが必要である。なお、JIS T 8116 適合品でない薄手の手袋をインナー手袋として使用することは、不浸透性についてメーカーのデータがないことから、その使用を推奨することはできない。

一般にビニールシートを張り合わせたラミネートの化学防護手袋は、耐久性に乏しいと考えられるため、剥離剤を用いた塗膜除去作業を行う場合には、その外側に、耐久性のあるゴム系手袋を装着すべきである。

綿製の軍手のように剥離剤が浸みてしまう素材の手袋を外側に装着することは、化学防護手袋が常に化学物質にさらされる状態となるため適切ではない。

（４）保護めがね等について

剥離剤に含まれるベンジルアルコールは、GHS 政府分類で眼刺激性が区分２（強い眼刺激）であることから、眼を保護することが必要である。全面形面体を有する呼吸用保護具を使用する場合は、眼の保護も同時にすることができるが、半面形面体の呼吸用保護具を選択する場合には、ゴグル型保護めがねを使用することを推奨する。

２　剥離剤による塗膜除去作業時の保護具の使用方法等について

（１）呼吸用保護具

・1 年以内ごとに 1 回定期にフィットテストを実施する。
・作業前にシールチェックを実施する。
・吸収缶の交換管理は、剥離剤通達にある「吸収缶やフィルタ等は作業場から離れる度に交換すること。」を推奨する。
・給気・ろ過両用式エアラインマスクを使用する際には、有機ガス用吸収缶の交換管理を適切に行う。

なお、作業区画内の有害物質濃度を換気により下げることによって、呼吸用保護具の吸収缶の交換頻度を少なくすることが期待できる。

（２）化学防護手袋

・化学防護手袋の交換管理は、手袋を外すごとに使い捨てとすることを原則とする。
・耐透過性データを考慮して、使用限界時間を設定して、その時間を超えた時には、化学防護手袋を交換する。

（３）化学防護服

・化学防護服は、ファスナーを一番上まで上げ、ファスナー部のシールテープをしっかり貼り付ける。
・化学防護手袋、化学防護長靴（シューズカバー）および呼吸用保護具と重なる部分から衣服、下着および皮膚が露出しないように着用する。
・重なり部分はテーピングをして、廃塗膜が化学防護手袋や化学防護長靴の内側または呼吸用保護具と化学防護服との隙間から入らないようする。
・大きすぎる化学防護服を着用すると、動作のたびに化学防護服がふくらんだり縮んだりしてポンプのような働きをし、環境中の有害物に汚染された空気が化学防護服の内側に入り込む（「ポンピングと現象」いいます。）ことになるため、適切な大きさの化学防護服を選択するとともに、必要以上のだぶつきがある場合は、養生テープなど

で止める等してポンイング現象が最小限となるようにする。

（4）保護具を外す（脱ぐ）方法・手順について

・保護具を脱ぐ前に、保護具に付着した剥離剤や廃塗膜をできるだけウエス等を使って取り除く。

・塗膜除去作業専用のヘルメットを脱いで、保管場所に収納等する。（剥離剤による塗膜除去作業で使用したヘルメットは、剥離剤や廃塗膜で汚染されているので、塗膜除去作業以外では使用しないこと。）

・化学防護服の表面を裏返しながら、表面に触れないようにして化学防護服を脱ぎ、廃棄用のビニール袋等に入れる。この時、シューズカバーも一緒に脱ぐ。

・化学防護手袋を裏返しながら、表面に触れないようにして、化学防護手袋を脱ぎ、廃棄用のビニール袋等に入れる。

・有害物で汚染されていない場所に移動して、呼吸用保護具を外す。

・塗膜除去作業区画外では、塗膜除去作業で使用しないヘルメットを装着する。

・衣服等に剥離剤がしみている場合や衣服等から有機溶剤臭がする場合は、可能であれば洗身してから新しい衣服等に着替える。

以上